



Veli-Matti Salo

SOKEAT MATEMATIIKKA KIELENTÄMÄSSÄ

Tampereen yliopisto
Kasvatustieteiden ja kulttuurin
tiedekunta
Pro gradu -tutkielma
Syyskuu 2019

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia mahdollisia erityispiirteitä sokeiden peruskoululaisten matemaattisessa kielentämisessä ilmenee. Tutkimukseen osallistui 11 peruskouluikäistä sokeaa oppilasta, joista osa opiskeli sokeiden koulussa ja osa omassa lähikoulussaan yleisopetuksessa.

Tutkimus toteutettiin kahden erilaisen matematiikkaan liittyvän pelin avulla. Toisessa pelissä matemaattisia käsitteitä tuli selittää muille peliin osallistuneille luonnollista kieltä käyttäen. Toisessa pelissä tarkastelun kohteena oli pinta-alan käsite, ja pelissä tuli itse rakentaa pinta-alaltaan tietyn kokoisia suorakulmioita.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, eikä tutkimustuloksia näin ollen ole tarkoituksena yleistää koskemaan koko sokeiden peruskoululaisten ryhmää. Tutkimukseen osallistuneiden määrä oli kuitenkin melko suuri, mikä tuo tutkimustuloksiin lisää luotettavuutta.

Tutkimuksen teoria pohjautui sokeiden koulunkäyntiin ja matematiikan opintoihin, sekä kielentämiseen. Matematiikan kohdalla geometrian opinnot nousivat erityiseen asemaan. Kielentämisessä erityisen tärkeäksi nousi puolestaan matemaattinen kielentäminen.

Tutkimuksen tulokset toivat esille, että tiettyjä erityispiirteitä sokeiden peruskoululaisten matemaattisesta kielentämisestä oli löydettävissä. Esille tuli mm. tunnustelun merkitys matematiikan oppimisessa, sekä matematiikan eri osa-alueiden kohdalla havaitut erot kielentämisen onnistumisessa.

Avainsanat: näkövammaiset, sokeat, kielentäminen, neljän kielen malli, opetussuunnitelma, matematiikka

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
2	SOKEAT KOULUSSA	3
2.1	Kuka on näkövammainen, entä sokea?	3
2.2	Inkluusio	4
2.2.1	Inkluusio ja sokeat	4
2.2.2	Näkövammainen oppilas inklusioluokassa.....	6
2.2.3	Yksilöllisyys	9
2.2.4	Ajankäyttö ja toiminta koulussa	10
2.3	Materiaalit ja käytännöt	13
2.3.1	Oppimateriaalit	13
2.3.2	Opiskelutekniikat.....	14
3	SOKEAT JA MATEMATIIKKA	17
3.1	Matematiikan ymmärtäminen.....	17
3.1.1	Matematiikan opiskelu	17
3.1.2	Sokeat ja matematiikan ymmärtäminen	18
3.1.3	Haasteet matematiikan opiskelussa	20
3.1.4	Apuvälineiden käyttö.....	22
3.2	Geometria ja sokeat	24
3.2.1	Kokemukset ja toiminnallisuus	24
3.2.2	Eriyispiirteitä sokeiden geometrian opiskelussa	25
3.2.3	Van Hielen tasot geometrisessa ajattelussa	26
4	KIELENTÄMINEN	27
4.1	Kielentämisen hyötyjä ja toimintatapoja	28
4.2	Neljän kielen malli.....	31
4.3	Hyödyt ja toimintatavat matikan kielentämisessä	32
4.4	Kielentäminen ja sokeat.....	36
4.5	Kielentäminen opetussuunnitelman perusteissa	38
5	OPPIMISPELEISTÄ	40
6	TUTKIMUSPROSESSI	42
6.1	Aineistonkeruu ja kohderyhmä.....	42
6.2	Sisällönanalyysi	46
6.3	Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus.....	47
7	TUTKIMUKSEN TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA	49
7.1	Sokeat ja matemaattisten käsitteiden kielentäminen	49
7.1.1	Laskutoimitukset oikein	50
7.1.2	Tunnustelu ohjaa kielentämistä	53
7.1.3	Geometrian hankaluus	56
7.1.4	Väärin ymmärretyt käsitteet	60
7.2	Pinta-alan osaaminen ja oppimispeli	61
8	JATKOTUTKIMUSTA	64
	Lähteet	66

1 JOHDANTO

Omien koulumaailmasta saatujen havaintojeni mukaan matematiikka kouluaineena jakaa mielipiteitä oppilaiden keskuudessa. Monille matematiikka on mieleinen tai jopa mieluisin aihe koulussa. Toisille matematiikka sen sijaan on hankalaa, eikä matematiikan oppitunnit kuulu lähellekään suosikkeja. Yhtenä hankalana asiana matematiikassa lienee matematiikan kieli, ns. matematiikan symbolikieli erilaisine merkintöineen ja merkintätapoineen. Mielekkyyttä voi vähentää myös luonnollisen kielen käytön vähäisyys. Luonnollisen kielen käytölle ei kuitenkaan matematiikassakaan ole esteitä (mm. Joutsenlahti 2003).

Omat epäviralliset havaintoni peruskoululaisten geometrian osaamisesta puoltavat mm. opetushallituksen tekemää perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallista arviointia 9. vuosiluokalla vuonna 2002, jonka mukaan geometria on peruskoulun viimeistä vuotta käyville vaikein sisältöalue yhdessä funktioiden kanssa. Myös geometrian aiheita opiskellessa luonnollisen kielen käyttö ja kielentäminen voivat olla suurena apuna oppimisessa.

Olen toiminut jo vuosien ajan sokean peruskouluikäisen lapsen henkilökohtaisena vapaa-ajanavustajana. Vaikka työ on ajoittunut kouluajan ulkopuolelle, heräsi kiinnostus sokeiden oppilaiden koulunkäyntiin jo vuosia ennen tämän tutkimuksen toteuttamista. Erityiseksi kiinnostuksen kohteeksi nousi sokeiden matematiikan opinnot. Kandidaatintutkielmassani tutkin sokeiden alakoululaisten osaamista pituuden, pinta-alan ja tilavuuden käsitteiden parissa. Tässä tutkimuksessa tarkempaan tarkasteluun nousi matemaattisten käsitteiden kielentäminen sokeiden peruskouluikäisten kohdalla.

Etenkään Suomessa kyseisestä aiheesta kattavaa tutkimusta ei olla tehty. Sokeiden matematiikan opinnoissa luonnollisen kielen ja kielentämisen hyödyntäminen on kuitenkin suuri mahdollisuus. Sokeilla moni käytännön toimi matematiikan opinnoissa tuo selviä lisähaasteita näkövamman vuoksi. Luonnollisen kielen kautta asioiden pohtiminen sen sijaan onnistuu melko vaivattomasti – etenkin kun siihen kannustetaan ja ohjataan.

Matemaattisten asioiden ääneen puhuminen auttaa oppilaan lisäksi opettajaa, sillä sen avulla oppilaan todelliset taidot asiasta tulevat paremmin esille. Sokean oppilaan osaamisen havainnointi voi olla muuten melko hankalaa – etenkin, kun inklusion myötä yhä useampi sokea peruskoululainen opiskelee omassa lähikoulussaan erityiskoulujen sijaan. Matematiikasta haastavaa tekee usein myös sen yksilöllistäminen. Tähän tutkimukseen osallistuneiden sokeiden oppilaiden kanssa Jyväskylän sokeidenkoululla toimivan opettajan mukaan sokeilla matematiikka on eniten yksilöllistetty kouluaine sen haastavuuden sekä suurien taitotaserojen vuoksi. Näin ollen matematiikkaa on usein opetettava yksilöllisesti, ja osaamisen havainnointiin on kiinnitettävä huomiota.

Tutkimuksen perustana on näkövammaisten ja sokeiden määritelmien lisäksi sokeiden koulunkäyntiin liitettävät erityispiirteet. Erityisen tärkeässä osassa teoriapohjaa on sokeiden matematiikan opintoja käsittelevä luku 3. Lisäksi (matemaattisen) kielentämisen käsite on avainasemassa. Kielentämisen käsitettä avataan luvussa 4.

Tutkimuskysymykset ja -menetelmät muotoutuivat seuraaviksi:

1. Miten/millä tavoin sokeat peruskoululaiset osaavat kielentää matemaattisia ja erityisesti geometrian käsitteitä?
2. Mitä sokeille tyypillisiä erityispiirteitä esiintyy kielentämisessä?
3. Miten sokeat peruskoululaiset ymmärtävät pinta-alan käsitteen? Miten suorakulmioiden pinta-alaan liittyvä yksinkertainen oppimispeli auttaa käsitteen ymmärtämisessä?

Tutkimuksen aikana selvisi, että sokeiden peruskouluikäisten oppilaiden matemaattisessa kielentämisessä on tiettyjä erityispiirteitä. Esiin nousi mm. geometriaan liittyvien käsitteiden kielentämisen hankaluus sekä aiemmin tunnustelemalla saatujen havaintojen hyödyntäminen kielentämisessä. Tutkimustuloksia laajemmin esitetään luvussa 7.

2 SOKEAT KOULUSSA

Inklusion myötä yhä useampi näkövammaisen käy koulunsa omassa lähikoulussaan. Vaikka oppilaan näkövamma olisi vaativa, tai hän olisi kokonaan sokea, ei pienryhmässä opiskelu ole ensisijainen ratkaisu, vaan oppilaat ohjataan yleisluokille. Määritelmiä näkövammaisista ja sokeista on lukuisia erilaisia, eivätkä eri määritelmien erot käytännössä vaikuta oppilaan koulutyöskentelyyn. Luvussa 2.1 on kuitenkin hieman avattu näkövammaisten määritelmiä.

Luvussa 2.2 on huomioitu seikkoja, joita tulee esille sokean oppilaan opiskellessa yleisluokalla. Ajankäyttöön ja yksilölliseen oppimiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Opiskelutekniikoihin ja oppimateriaaleihin paneudutaan enemmän luvussa 2.3.

2.1 Kuka on näkövammaisen, entä sokea?

Näköön liitettävistä vammoista puhuttaessa rajat heikkonäköisen, vaikeasti heikkonäköisen ja sokean välillä ovat häilyvät, ja samoja käsitteitä käytetään usein eri merkityksessä. Myös heikkonäköisten ja sokeiden määritelmät eroavat toisistaan. Näkövammaisen ei suinkaan aina ole sokea, vaan sokeiden osuus Suomessa kaikista näkövammaisista on alle 20% (Ojamo 2015). Perusperiaate on, että henkilöt, joiden näkökyky pystytään korjaamaan normaaliksi lasien avulla, eivät ole heikkonäköisiä. Heikkonäköiseksi ei luokitella myöskään, mikäli toinen silmä näkee tarkasti, vaikka toisen näkökyky olisikin heikko tai toinen silmä olisi sokeutunut kokonaan. (Malinen 1997, 9-10. Näkövammaisten liitto ry.)

Näkövammaisten liitto ry:n määritelmän mukaan näkövammaiseksi luokitellaan henkilö, jonka korjattu näöntarkkuus paremmalla silmällä on alle 0.3 (terveen silmän näöntarkkuus 1.0-2.0). Mikäli paremman silmän korjattu näöntarkkuus on alle 0,05, henkilö luokitellaan sokeaksi. Sokeaksi voidaan luokitella myös, mikäli näkökenttä on rajoittunut alle 20 asteeseen, tai heikentynyt näkö aiheuttaa muita toimintaa paljon vaikeuttavia haasteita. Lea Malinen määrittelee sokean henkilön muuten samoin, mutta näöntarkkuuden ollessa yli 0.05 sokeaksi luokitellakseen Malisen mukaan näkökentän on oltava alle 10 astetta (Malinen 1997, 9). Tämänhetkisen

näkökyvyn lisäksi hyvin merkittävää on myös se, onko henkilö ollut syntymästään saakka sokea, vai onko sokeutuminen tapahtunut myöhemmässä vaiheessa.

Terveen silmän näkökenttä sivuille on 90 astetta, ja näöntarkkuus 1.0-2.0 (Ojamo, 2015). Näin ollen näöntarkkuuden ollessa 1.0-0.3 näkö on korjattavissa silmälaseilla, ja sitä heikompinäköiset luokitellaan heikkonäköisiksi. Koska sokeaksi luokitellun näöntarkkuus on alle 0.05, on sokeiden osa asteikosta hyvin pieni. Maailman terveysjärjestö WHO luokittelee näkövammaiset (eli heikkonäköiset ja sokeat) kuuteen eri luokkaan normaalinäköisistä sokeisiin.

Tässä tutkimuksessa määritelmien täsmällisyys ei nouse merkittävään rooliin, mutta tutkimus pohjaa Näkövammarekisterin vuosikirjan 2015 määritelmään näkövammaisista. Tämän määritelmän ollessa pohjana näkövammaisia on arvioitu olevan Suomessa noin 50 000, joista valtaosa (n.80%) yli 65-vuotiaita. Alle 18-vuotiaita Suomen näkövammaisista on sen sijaan vain noin 2%. (Näkövammarekisterin vuosikirja 2015). Määriä ja osuuksia ei kuitenkaan voida laskea tarkasti, sillä kaikki näkövammaiset eivät päädy tilastoihin asti. Tilastoihin ilmoituksen näkövammaisesta tekee silmätautien erikoislääkärit (Malinen 1997, 10). Näkövammaisista noin 20% on arvioitu olevan monivammaisia (Malinen 1997, 10).

Näkövammaiset ovat hyvin heterogeeninen ryhmä, eikä silmävamma aiheuta samanlaisia vaikeuksia kaikille. Toisilla kouluikäisillä näkövamma voi estää lukemisen, mutta esimerkiksi pyöriäminen onnistuu hyvin, toisella asia voi taas olla päinvastoin. Kouluissa sokeiksi määrittelyä on yksinkertaistettu niin, että pistekirjoitusta käyttävät lapset luokitellaan sokeiksi (Malinen 1997, 9). Tämä tutkimus käsittelee peruskouluiässä olevia sokeita.

2.2 Inklusio

2.2.1 Inklusio ja sokeat

Inklusioperiaatteen mukaan kaikilla lapsilla on oikeus osallistua yleisopetukseen, sen sijaan että heidät sijoitettaisiin erityisluokille tai -kouluihin. Periaate siis on, että kaikki lapset käyvät koulua yhdessä, henkilökohtaiset ja erityiset tarpeet (sis. eriyttäminen) huomioiden. Inklusioperiaatteen ajatuksena on, että se ei ole poikkeusjärjestely, vaan normaali ja tavanomainen käytäntö. Inklusio on ollut pinnalla jo useiden vuosien ajan,

voimiestuen vähitellen. Jo aiemmin käytössä on ollut integraatio -käsite. Näiden käsitteiden problematiikkaa ei tässä tutkimuksessa ole tarkoitus avata perusteellisesti, mutta käsitteiden sekoittamisen välttämiseksi niiden eroista avataan lyhyesti. Siinä missä integraatiossa erityisluokalla oleva oppilas ”sijoitetaan” koko -tai osa-aikaisesti yleisopetukseen, inklusiossa oppilas on täydellisesti mukana yleisopetuksessa eikä häntä missään vaiheessa siirretä erityisluokalle. Tämä ei tarkoita, etteikö esimerkiksi osa-aikaista erityisopetusta voisi inklusioperiaatteen mukaan antaa, päinvastoin. (Takala 2006, 127)

Kun lapsen vanhemmat tulevat tietoisiksi näkövammasta, on koulunkäynti ensimmäisten asioiden joukossa, jota on alettava miettimään. Mikäli vanhemmat ja moniammatillinen työryhmä katsovat, että lapsen koulunkäynnille paras vaihtoehto olisi näkövammaisten erityiskoulu, on asiassa kuultava vielä kunnan opetustoimea, sillä lähikouluperiaatteen mukaisesti opetuksen ensisijainen järjestäjä on kunta ja siellä lapsen lähikoulu. (Hännikäinen 2006, 71.)

Näkövammaiset lapset ovat hyvin heterogeeninen ryhmä, joten mitään selkeitä ohjeita koulun valintaan ei voida antaa. Jokaisen lapsen kohdalla selvitykset ja päätökset on tehtävä erikseen. Lähtökohtana on oman kunnan kouluun meneminen, ja tämä periaate näkyy yhä vahvemmin kouluvalinnassa. Viimeisten vuosikymmenien aikana näkövammaiset ovat pääsääntöisesti aloittaneet koulun lähikoulussaan (Hännikäinen 2006, 71). Aina niin ei ole ollut, sillä vielä 1970 -luvun alkupuolella suurempi osa näkövammaisista opiskeli näkövammaisten erityiskouluissa. 1970 -luvun lopulla tilanne kääntyi niin, että useamman näkövammaisen koulunkäynti alkoi oman kunnan koulussa (Malinen 1997, 14.)

Inklusio on siis oleellinen osa näkövammaisten koulunkäyntiä. Näkövammaiset ovatkin yksi eniten integroitu erityisryhmä Suomessa (Hännikäinen 2006, 127). Kuten kaikki oppilaat, myös näkövammaiset kuuluvat kolmiportaisen tuen piiriin, ja näin ollen kaikki samat koulunkäynnin tukitoimet yleisestä tuesta alkaen kuuluvat näkövammaisille. Esimerkiksi tukiopetus, avustaja- ja erityisopettajapalvelut ja opettajan ja vanhempien yhteistyö ovat tärkeitä yleisen- ja tehostetun tuen muotoja näkövammaisen kohdalla. Vaikka näkövammaisen lapsi on usein erityisen tuen piirissä, noudattaa hän silti oman kuntansa ja koulunsa opetussuunnitelmaa (Kangasaho 2006, 100). Inklusion ja saman opetussuunnitelman myötä eriyttämisen rooli korostuu.

Näkövammaisten oppilaiden erityistarpeet on huomioitava hyvin tarkasti, jotta oppimiselle ei tule turhia esteitä. Sokeat lapset ovat käytännössä aina erityisen tuen piirissä, ja tällöin sokeuden aiheuttamat vaikeudet ja niitä helpottavat toimet on kirjattava henkilökohtaiseen opetuksen järjestämistä koskevaan suunnitelmaan (HOJKS).

Vaikka näkövammaisen lapsi opiskelisikin kuntansa lähikoulussa, on Jyväskylän näkövammaisten koulu mukana lapsen koulunkäynnissä. Tämä integroituina opiskeleville tarjottava tuki on lakisääteistä, ja koskee kaikkia näkövammaisiksi ilmoitettuja. Kaikki sokeat lapset kutsutaan kaksi kertaa lukuvuodessa Jyväskylään yleensä viikon kestäväälle tukijaksolle. Heikkonäköiset (mutta ei sokeat) oppilaat kutsutaan tarpeen mukaan. Tukijaksoille pyritään kutsumaan oppilaita samoissa ryhmissä useita kertoja, jotta energiaa ei menisi uusien ihmisten ihmettelyyn, ja ystävyssuhteita syntyisi paremmin. Tukijakso sisältää mm. apuvälineiden tarpeen arviointia, niiden käytön opettelua sekä opiskelutekniikkojen harjoittelua. Varsinaisten asiakokonaisuuksien sijaan tukijakso painottuu opiskelutekniikkaan. Jakson jälkeen oppilas saa kouluun ja kotiin vietäväksi kirjallisen palautteen. Tämä palaute kertoo mitä tukijaksolla on harjoiteltu, ja lisäksi siinä on ohjeita omalle koululle siitä, miten opetusta kannattaisi järjestää. (Malinen 1997, 23-24.) Opettajien kokemukset tukijaksoista ovat olleet hyvin positiivisia (Hännikäinen 2006, 76).

Tukijaksojen lisäksi Jyväskylän näkövammaisten koulu on nimennyt jokaista peruskoulussa opiskelevaa näkövammaista kohti yhden opetusta ja oppimista tukevan opettajan. Nämä nimetyt opettajat toimivat ajoittain näkövammaisten erityisopettajina oppilaiden omilla kouluilla. (Malinen 1997, 23-24.)

2.2.2 Näkövammaisen oppilas inklusioluokassa

Näkövammaisen lapsen tuleminen luokkaan voi aluksi olla yllätys opettajalle, mutta yllättäen lapsi ei luokkaan tule. Opettaja saa tiedon näkövammaisen tulemisesta luokkaan jo hyvissä ajoin, ja lähes aina opettajalta on kysytty asiaan suostumus. Yleensä rehtori tiedusteleo opettajien suhtautumista tähän, ja halukas opettaja näkövammaiselle löytyy useimmiten helposti, sillä moni opettaja ottaa mielellään vastaan jonkinlaisen erityishaasteen. Mikäli halukkaita opettajia tähän tehtävään ei ole, luokka ja opettaja kuitenkin löytyvät, sillä perusopetuksessa opettaja ei saa valita kenet luokkaansa ottaa. Yleensä tästä ei suurta harmia aiheudu, ja näkövammaisten oleminen

luokassa nähdään usein mielekkäämmäksi kuin käytösongelmaisten oppilaiden (Takala 2006, 128).

Opettajan oma motivaatio on tärkeä osa hänen perehdyttämistään näkövammaisten oppilaan opettamiseen. Kaikille näkövammaisten kanssa työskenteleville opettajille ja avustajille tarjotaan ympäri lukuvuoden mahdollisuus hakeutua täydennyskoulutukseen. Koulutukseen saa hakeutua mistä päin Suomea tahansa, ja yleensä koulutus järjestetään Jyväskylän näkövammaisten koululla. Joskus koulutusta on mahdollista järjestää myös alueellisesti. Koulutusjaksolla perehdytään teorian lisäksi konkreettisiin seikkoihin, mm. apuvälineiden kokeiluun. Koulutuksissa annetaan myös ohjeita koko luokan toimintaan, jotta näkövammaiselle ei tarvitsisi räätälöidä opetusta erilaiseksi, vaan koko luokka voisi toimia inklusion mukaisesti yhdessä. (Hännikäinen 2006, 74-75.)

Hyvistä koulutuksista huolimatta opettajan on syytä muistaa, että kaikki näkövammaiset lapset ovat keskenään erilaisia lapsia, oppijoita ja oppilaita. Juuri omalla luokalla olevalle näkövammaiselle räätälöityjä ohjeita ei koulutuksesta voi saada, vaan yksilöllisyys ja juuri hänelle sopiva eriyttäminen on huomioitava alusta asti. Niinpä myös henkilökohtaisen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma eli HOJKS on laadittava yksilöllisesti jokaisen näkövammaisen kohdalla. Opettajan on syytä muistaa, että näkövamma voi ilmetä monin erilaisin tavoin, kuten liikkumisen vaikeutena, lukemisen vaikeutena tai näön hitautena. Mikäli opettaja voi saada tietoa tulevan oppilaansa näkövammaisen tyypistä, on se tieto otettava huomioon jo ennen oppilaan saapumista luokkaan. Näkövammaisen aiheuttamien vaikeuksien tyypin tiedostaminen onkin erittäin tärkeää.

Opettaja ja avustaja ovat näkövammaisen oppilaan läheisimmät aikuiset koulussa. He tulevat tutuiksi äkkiä, mutta tuttuus ei takaa sitä, että oppilas uskaltaa puuttua hänen opiskeluun liittyviin epäkohtiin heti niiden ilmettyä. Tämän vuoksi on suositeltavaa, että näkövammaisella oppilaalla on koulussa oma tukihenkilö, joka on oppilaalla sitä varten, että hänelle voi ilmoittaa pienistäkin epäkohdista tai ongelmista, joita on havainnut (Takala 2006, 129). Näkövammaisen oppilas huomaa yleensä itse parhaiten pieniä asioita, joiden muuttamisella oppimista ja koulussa toimintaa voisi helpottaa.

Näkövammaisen oppilas voi esimerkiksi havaita, että oppiminen on hankalaa oppimismenetelmien vuoksi. Näkövammaisen lapsen oppimisen on tapahduttava konkreettisesta abstraktiin, sillä abstraktien asioiden hahmottaminen ja ymmärtäminen on huomattavasti hankalampaa. Näkövammaisen oppiminen perustuu pitkälti itse tehtyihin havaintoihin ja tuntoaistiin. Tuntoaisti toimii sokean lapsen silminä. Siinä missä näkevä lapsi havainnoi jatkuvasti ympärillään olevia asioita, on näkövammaisen havainnointi selvästi hitaampaa. Käsien ulottumattomissa olevien asioiden havainnointi jää kuulo- ja hajuaistin varaan, joten esimerkiksi koulun liikuntasalin hahmottaminen heti sinne saavuttua on käytännössä mahdotonta.

Inklusiivisessa koulussa näkövammaisen oppilaan oppimisen tärkeimpiä erityispiirteitä on moniaistisuus (Kangasaho 2006, 101). Näkevillä oppiminen perustuu lähes aina suurelta osin näköaistiin, ja tämä puute on näkövammaisten kohdalla korvattava muita aisteja käyttäen. Oppilaan onkin tärkeää oppia hyödyntämään tuntoaistin lisäksi esimerkiksi kuulo- ja hajuaistia. Tuntoaisti toimii tärkeimpänä yksittäisenä välineenä uusien asioiden tutkimiseen, mutta eri aisteilla saatujen havaintojen yhdistäminen ja sen avulla merkityksen ja mielikuvan luominen on erittäin merkittävä taito. Tätä taitoa pitää harjoitella pienestä pitäen vähitellen. Oppimisen kannalta moniaistinen lähestymistapa on todella merkittävä.

Inklusion myötä monessa luokassa on joukossa näkövammaisen ja sekä normaalisti näkevät että näkövammaiset voivat hyötyä tilanteesta. Samojen tehtävien tekeminen ja toisen opettaminen mahdollistavat mielekästä ja kokemuksellista oppimista. Kun normaalisti näkevä oppilas kertoo miltä jokin asia näyttää, voi näkövammaisen oppilas havainnoida asian muotoa tai ääntä selvästi tarkemmin ja kertoa näistä havainnoistaan. Esimerkiksi erilaisten kappaleiden kuvailu tuottaa uusia näkökulmia, kun näkövammaisen lapsi havainnoi kappaleen pinnan tuntumaa, lämpöä ja muotojen terävyyttä. Näkevällä oppilaalla havainnot ovat erilaisia, ja kappaletta tutkiessa molempien tulee kielentää havaintojaan toiselle ymmärrettäväksi, jolloin molemmat oppivat. Samalla hankalat geometriset käsitteet alkavat tulla tutuiksi. (Csocsán & Klingenberg & Koskinen & Sjöstedt 2002, 43.)

Toisaalta monia inklusion hyviä puolia ei näkövammaisen oppilaan kanssa voida soveltaa, sillä esimerkiksi luokkakavereista mallin ottaminen on vaikeaa, usein mahdotonta. Näin ollen vertaisoppiminen ja mallin seuraaminen ei

näkövammaiselta usein onnistu. Esimerkiksi jonkin ohjeen ollessa itselleen epäselvä tai tehtävän aloittaminen tuntuu hankalalta, ei luokkakavereiden seuraamisesta saatavaa hyötyä ole käytettävissä. Näin ollen näkövammaisen on kysyttävä suulliset ohjeet aina opettajalta uudelleen, mikäli niistä on kysyttävää.

Monista eri lailla tehtävistä asioista huolimatta luokan muut oppilaat eivät yleensä pidä näkövammaisen läsnäoloa millään lailla erikoisena. Oppilaat tottuvat järjestelyihin pian, eikä näkövammaisen erilaiset tavat oppia tai toimia koulussa aiheuta hämmennystä.

2.2.3 Yksilöllisyys

Näkövammaiset (ja sokeat) ovat hyvin heterogeeninen ryhmä, eikä heidän oppimisen erityispiirteisiin ole annettavissa ”yleisohjeita”, joiden mukaan toimimalla näkövammaiset parhaiten oppisivat. Sen sijaan yksilön henkilökohtaiset tarpeet on huomioitava vielä tarkemmin kuin näkevien kohdalla. Näkövamma aiheuttamat vaikeudet ovat hyvin moninaisia, joten myös toimenpiteet haasteiden pienentämiseksi tulee olla jokaiselle erikseen suunniteltuja. Joidenkin näkövammaisten kohdalla näkövamma takia erityisjärjestelyjä ei tarvitse tehdä välttämättä lainkaan, ja joidenkin kohdalla näkövammasta johtuvien vaikeuksien karsiminen vaatii paljon suunnittelua ja järjestelyä. Näkövammasta johtuvat vaikeudet ovat myös eri tyyppisiä, joka edellyttää oppilaan hyvän tuntemisen ennen kuin suunnitelmia voi tehdä.

Näkövammaiselle oppilaalle laaditaan usein ja sokeille aina henkilökohtaisen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma (HOJKS). Se laaditaan kaikille oppilaille, jotka siirretään erityisen tuen piiriin. HOJKS:ssa on oltava tarkasti merkittynä juuri kyseisen oppilaan näkövammaisuuden laatu ja erityispiirteet, sekä järjestelyt (sis. apuvälineet) joita opetuksessa on otettava huomioon. Myös muut mahdolliset tukitoimet on oltava esillä HOJKS:ssa (Hännikäinen 2006, 77). Nämä merkinnät on tehtävä tarkasti, jotta parhaan opetuksen järjestäminen ja eriyttäminen tulee mahdolliseksi. HOJKS:an on kirjattava tiedot myös selkeää yleiskieltä käyttäen, jotta mahdollisesti uutena aloittava opettaja pääsee heti kiinni oppilasta koskeviin asioihin. Suunnitelman perimmäisenä tarkoituksena on oppilaan mahdollisimman hyvä oppiminen, ei itse kaavake. Mikäli opettaja huomaa joitakin muutoksia tai lisäyksiä, jotka olisi HOJKS:ssa hyvä olla, on ne sinne hyvä täydentää tai muokata, jotta nämä uudet asiat osataan jatkossa ottaa huomioon.

Olennainen osa näkövammaisen oppilaan HOJKS:a ovat opiskelutekniikat. Suurimpana opiskelutekniikoihin liittyvänä seikkana on merkintä siitä, opiskeleeko näkövammaisen osin näköön perustuen (apuvälineiden avulla), vai onko hänellä käytössä piste- ja kohomateriaalit, eli ”sokeiden materiaalit”. Sokeiden kohdalla esimerkiksi pistekirjoituksen käyttö on välttämätöntä, toisin kuin osin näkevällä näkövammaisella. Joidenkin näkövammaisten kohdalla eri tekniikoita voidaan käyttää selvästi eri määrä eri oppiaineiden kohdalla. Myös nämä tiedot on hyvä kirjata HOJKS:an. (Hännikäinen 2006, 79.)

Lisäksi HOJKS:an on ehdottomasti kirjattava, mikäli näkövammaisen oppilaan tavoitteet eroavat yleisestä opetussuunnitelmasta (Hännikäinen 2006, 80). Tällöin myös arviointimenetelmät voivat olla yleisestä opetussuunnitelmasta poikkeavat, jolloin nämäkin poikkeukset on kirjattava ylös.

Hyvin usein näkövammaiselle oppilaalle laaditaan HOJKS, mutta sen laadinnasta riippumatta tärkein huomioitava asia on näkövammaisten oppilaiden yksilöllisten tarpeiden huomioiminen. Kun näkövammaisen erityispiirteet ovat kattavasti tiedossa, on opetusjärjestelyiden tarkoituksenmukainen suunnittelu huomattavasti helpompaa. Kaikille kuuluvien yksilöllisyyden ja eriyttämisen rooli kasvaa entisestään näkövammaisten kohdalla.

2.2.4 Ajankäyttö ja toiminta koulussa

Moniaistisuus on etenkin ensimmäisinä kouluvuosina yksi tärkeimmistä oppimisen periaatteista näkövammaisella oppilaalla. Eri aistien käyttöä, tarkoituksen mukaisen aistin valintaa ja niiden yhdistelemistä ja sitä kautta merkityksien luomista on painotettava paljon, jotta oppiminen jatkossa olisi mahdollisimman sujuvaa. Normaalisti näkevään nähden mm. kuuloaistilla on isompi merkitys kaikessa tekemisessä, joten kuuloaistin hyödyntäminen oppimisessa on tärkeä oppia. Sokeille oppilaille tuntoaisti on myös korvaamaton, sillä esimerkiksi lukeminen tapahtuu sen avulla. Monet näkemällä oivallettavat asiat ovat selvästi hankalampi ymmärtää, jos niitä ei näe, joten eri aistien yhteistyö on hyvin tärkeää, jotta oikeinalaisia mielikuvia syntyy. (Kangasaho 2006, 101.)

Usein sanotaan, että kädet ovat sokean silmät. Tämä sanonta on hyvä, sillä normaalisti näkevä lapsi tutkii ympäristöään huomaamattakin näköaistin avulla

jatkuvasti. Sokeat sen sijaan tutkivat asioita ja luovat mielikuvia sen perusteella mitä käsillä pystyvät konkreettisesti tutkimaan. Siksi onkin tärkeää, että aikuinen (usein opettaja) on auttamassa laajempien mielikuvien ja yhteyksien luomisessa, jotta tutkiminen ei jää ainoastaan yksittäisen kappaleen tutkimiseksi. Myös konkreettisten asioiden nimet ja termit on yhdistettävä muuhun opittuun, jotta ympäristö ei jää vain yksittäisiksi erillään oleviksi asioiksi.

Sama sanonta sopii lasten lukemiseen: normaalisti näkevät elävät ympäristössä, jossa erilaisia sanoja ja tekstejä on luettavissa jatkuvasti. Sen sijaan sokeille lukemista on tarjolla vain niistä pistekirjoituksen pisteistä, jotka osuvat käsiin. Ilman että niitä tarkoituksella sokealle tarjotaan, niitä tulisi luettavaksi erittäin harvoin. Näin ollen onkin kiinnitettävä huomiota, että pistekirjoitusta käyttävällä oppilaalla on tarpeeksi usein materiaalia, josta lukemista voi harjoitella. Myös pistekirjoituksen harjoittelemiseen kuluu aikaa, mutta siitäkään ei saa oikoa. ”Taloudellinen” lukeminen tapahtuu kahdella kädellä, joten sen oppiminen on erittäin tärkeää viimeistään heti koulutaipaleen alussa.

Näkövammaisten oppimisessa itseluottamuksella on hyvin merkittävä rooli. Itseluottamus vahvistuu itse tekemällä, vaikka siinä kuluisikin enemmän aikaa. Vaikka näkövammaisen lapsi turhautuisikin hitaudelleen, on tärkeää antaa hänen hoitaa asiat itse loppuun asti, jotta pystyvyyden tunne kasvaa. Lapsen puolesta asioiden tekeminen onkin hänen taitojensa aliarvioimista. Itsevarmuuden kautta näkövammaisen saa itsenäisyyden tunteen, joka puolestaan antaa yhä enemmän virtaa uusien asioiden opetteluun (Csocsán ym. 2002, 46).

Opettajalle on mahdotonta antaa ohjeita siitä, miten näkövammaisen oppilaan opettaminen sujuu parhaiten. Toki monia yleisesti järkeviä käytäntöjä on olemassa, mutta kuten aiemmin on jo todettu, jokainen näkövammaisen on nähtävä yksilönä. Opettajan kannalta tärkeää on selvittää ja *ymmärtää*, miten näkövamma vaikuttaa oppilaan oppimiseen. Onko suurimmat haasteet liikkumisessa, jolloin huomiota on kiinnitettävä mm. välitunneille ja ruokalaan siirtymisiin sekä siellä toimimisessa? Vai onko lähinäkö huonoa tai näkö puuttuu kokonaan, jolloin normaali lukeminen on haasteellista tai mahdotonta? Näkövamman aiheuttama haitta voi olla koulutyössä myös yksittäinen hyvin pieni asia ja vaikuttaa vain tietyissä asioissa, eikä näkövammaan silloin ole syytä ylireagoida. Kun opettaja tietää miten näkövamma

vaikuttaa toimintaan koulussa, on oikeanlaisten erityisjärjestelyiden tekeminen helpompaa, ja ylimääräisiltä toimenpiteiltä välttyään.

Monet asiat tavaroiden esille ottamisesta juoksemiseen sujuu näkövammaisilta selvästi hitaammin kuin normaalisti näkeviltä. Kokonaan sokeilta esimerkiksi siirtymiset voivat viedä moninkertaisen ajan. Opettajan on syytä ymmärtää, että mikäli aikaa kuluu enemmän, on huomattavasti edullisempaa käyttää aikaa näihin asioihin ja karsia asioiden määrästä, kuin tehdä kiireellä ja huolimattomasti mahdollisimman paljon samoja asioita kuin normaalisti näkevät. Näkövammaiselle oppilaalle selviytymisen tunne koulutyöstä tulee vain sitä kautta, että saa suoritettua tehtäviä loppuun. Samalla oppilas ei turhaudu tehtävien haastavuuteen ja kiireeseen.

Opettajan tulee keskittyä myös siihen, että hän kuvailee aivan tavallisiakin asioita, mitä luokassa tapahtuu. Todella suuri osa luokkahuoneen sisällä tapahtuvista asioista tehdään puhumatta, eikä näkövammaisen välttämättä pääse lainkaan osalliseksi näistä asioista, eikä ole tietoinen mitä luokassa tapahtuu. Niinpä opettajan on tärkeää kuvailla aivan tavallisia asioita. Opettaja voi esimerkiksi kertoa, että ”nyt Tiina pesee käsiä” ja että ”Markus tuli luokkaan ja meni istumaan omalle paikalleen”. Näin sokeakin tulee tietoiseksi siitä, mitä luokassa tapahtuu, eikä joudu miettimään tuliko luokkaan kenties rehtori tai avustaja.

Vaikka näkövammaisten kohdalla eriyttämisen ja yksilöllisyyden tärkeys korostuukin, noudattavat he oman koulunsa opetussuunnitelmaan kuten normaalisti näkevät luokkakaverinsa (Kangasaho 2006, 100). Samasta opetussuunnitelmasta huolimatta jotkut työt voivat olla erilaisia näkövammaisilla, sillä aikaa voi mennä huomattavasti enemmän, eikä esimerkiksi kuvan perusteella tehtävien tekeminen ole mielekästä, jos ylipäänsä onnistuu. Tehtäviä ja opetusmuotoja tulee usein muokata, ja esimerkiksi erilaisiin läksyihin näkövammaisen oppilas tottuu pian, eikä se tunnu epäoikeudenmukaiselta kenellekään luokassa. Erilaisten tehtävien vuoksi toisten kanssa tehtävien vertaileminen ja niistä keskusteleminen ei ole mahdollista, joten opettajan antaman palautteen merkitys kasvaa entisestään.

Myös konkreettisten kokemusten vähäisempi määrä on huomioitava. Jos esimerkiksi matematiikan kirjassa on esimerkki pizzasta, jota on jaettu lapsille, olisi näkövammaiselle (erityisesti sokealle) tärkeää saada kokeilla tämän jaon tekemistä käytännössä samalla tunnustellen ”pizzan” paloja. Näin oikeat mielikuvat syntyvät,

vaikka samanlaista kuviota ei voisikaan nähdä. Kandidaatintutkielmassani haastateltavana ollut sokea poika oli aina innoissaan, kun hänen kanssaan teki legoista erilaisia rakennelmia. Vaikka hän ei itse osannut laittaa palaa paikoilleen, hän kokeili rakennelmaa jokaisen palan jälkeen, jolloin pysyi hyvin kärryllä sen etenemisestä ja loi mielikuvaa rakennelmasta jatkuvasti. Niinpä erilaisten moniulotteisten kappaleiden kanssa puuhastelu voi olla sekä mielekkäämpi että opettavaisempi tehtävä, kuin kirjan kuvasta tai kohokuvioista asian tarkastelu, jolloin kokemus jää selvästi vajaaksi.

2.3 Materiaalit ja käytännöt

2.3.1 Oppimateriaalit

Sokeille oppilaille eriytettyjä materiaaleja on suuri määrä, joista osa palvelee useita oppilaita, ja osa on oppilaan henkilökohtaiset tarpeet huomioiden räätälöityjä. Sokeille tarkoitetut oppikirjat on tilattava erikseen, ja tilaus on tehtävä mielellään jo edellisen lukuvuoden aikana. Sokealle oppilaalle (ja perheelle) kirjat ovat toki ilmaisia, ja parhaillaan ollaan siirtymässä vaiheeseen, että pistekirjojen tilaamisesta ei aiheudu kuluja myöskään koululle, jotta näistä kirjoista ei rahan vuoksi tarvitse karsia. Kirjoja tilatessa tapana on tilata samalla näkeville tarkoitettu vastaava kirja sokean vanhemmille kotiin, jotta koulutyöskentelyn ja opetuksen vaiheita olisi helpompi seurata. Myös läksytehtävissä auttaminen tulee näin ollen huomattavasti helpommaksi. Samaan tilaukseen kuuluu lähes aina myös oppilaan avustajalle tilattava kirja, jotta eriyttäminen ja materiaalien suunnitteleminen tulee helpommaksi. (Kangasaho 2006, 111.)

Suurin osa oppikirjoista on saatavilla myös äänikirjoina, mutta esimerkiksi matematiikassa äänikirja ei ole kovin tarkoituksenmukainen, eikä siitä välttämättä saisi mitään hyötyä irti. Muiden kirjojen kohdalla onkin syytä miettiä, onko äänikirja vai pistekirja juuri kyseisen kirjan kohdalla parempi vaihtoehto kyseiselle oppilaalle. Pistekirjojen mukana tulee myös säilyttämisen ja kuljettamisen kysymykset. Yhtä alkuopetuksen matematiikan kirjaa vastaava pistekirja voi sisältää monta kymmentä sidosta pistekirjoitusta, joten niiden säilyttämiselle ja kuljettamiselle on varattava runsaasti tilaa. Myöhemmässä vaiheessa sidosten määrä hieman pienenee, kun

pistekirjoitusta voidaan kirjoittaa tiheämpään ja pienemmällä fontilla. (Hännikäinen 2006, 88. Kangasaho 2006, 111).

Opetusmateriaalia miettiessä on hyvä ymmärtää, kuinka tärkeää materiaalin ulkomuoto on. Kaikki materiaalit päätyvät tarkan tunnustelun kohteiksi, joten niiden mielekkyys tuo koko oppimiseen mielekkyyttä. Kylmät, terävät ja kädelle epämiellyttävät pinnat kannattaa minimoida, jotta materiaalin käyttö ei niiden takia jää vähäisemmäksi. Myös epämiellyttävä ääni voi saada opiskeluinnon laantumaan. Useimmiten sokealle tutkittavana oleva painavampi kappale on mielekkäämpi kuin kevyt. Paino tuo tunnetta siitä, että tunnusteltavana todella on jokin kappale, eikä vain paperista tehtyä pienoismallia. Aito, konkreettinen kappale on miellyttävin ja opettavaisin vaihtoehto. (Csocsán ym. 2002, 68.)

2.3.2 Opiskelutekniikat

Opiskelutekniikat ovat sokeilla hyvin monipuolisia ja yksilöllisiä, eikä tämän tutkimuksen tarkoituksena ole käydä eri opiskelutekniikoita systemaattisesti läpi. Muutama merkittävä opiskelutekniikkaan liittyvä seikka on kuitenkin hyvä nostaa esille. Etenkin alakoulun ensimmäisten vuosien aikana merkittävä osa opiskelua on apuvälineiden käytön opettelu. Siinä missä koulun yleiset toimintatavat, lukeminen ja laskeminen ovat ensimmäisten vuosien koululaiselle perustaitojen opettelua, on sokeille apuvälineiden käytön opettelu yhtenä suurena tekijänä perustaitojen listalla lisänä. Apuvälineiden oikeanlainen hyödyntäminen auttaa koko koulutaipaleen ajan, joten tämä perustaito nousee ehdottomasti tärkeimpien joukkoon. Lisäksi koulussa liikkumisen tekniikat ja kuuntelemisen taidon kehittyminen korostuvat sokeilla oppilailla. Oikean opiskelutekniikan hyödyntäminen oikeassa paikassa onkin kaiken a ja o.

Myös pieneltä tuntuvilla valinnoilla opiskelumenetelmien opettelussa voi olla hyvin suuri merkitys. Esimerkiksi usean kappaleen tutkiminen kannattaa ohjeistaa aloittamaan vasemmalta, edeten oikealle. Tämän kaltaisesta toimintatavasta tulee nopeasti rutiinia, ja vasemmalta oikealla eteneminen tukee oppilaan lukemaan oppimista (Csocsán ym. 2002, 68).

Opiskelutekniikoista tärkein lienee kuitenkin moniaistisuus. Oikeiden tekniikoiden valinta on tärkeää, mutta lähes aina oppiminen on parempaa, kun sokea oppilas pystyy samaa asiaa tutkiessaan käyttämään mm. tunto-, haju- ja kuuloaistiaan

samanaikaisesti. Parhaan kokonaiskuvan aiheesta saa usein kohokuvia tutkimalla, kun samalla kuuloaistin avulla saa asiasta lisätietoa ja kokonaisuus hahmottuu paremmin. Kuuloaistia voikin käyttää sekä itse kappaletta kuunnellen, että kuuntelemalla mitä joku toinen tutkittavasta asiasta tietää ja kertoo. Apuna voi olla opettaja, luokkakaveri tai kuka muu tahansa, jolta lisätietoa on saatavilla.

Kokonaisuuden hahmottaminen tuottaakin selvästi enemmän työtä sokeilla kuin näkeville. Esimerkiksi useamman kappaleen vertaaminen – esimerkiksi koon mukaan järjestäminen – on selvästi hankalampaa. Normaalisti näkevä lapsi pystyy näkemään kaikki kappaleet kerralla, ja havaitsemaan joukon suurimman. Sokea sen sijaan pystyy tunnustelemaan ja tutkimaan vain kahta kappaletta kerrallaan, minkä vuoksi useamman kappaleen vertailu voi osoittautua hyvin työlääksi. Esimerkiksi kymmenen kappaleen järjestäminen koon mukaan vie todella paljon aikaa, kun jokaista kappaletta voi verrata vain yhteen kappaleeseen kerrallaan. Monen kappaleen samanaikainen hahmottaminen on hankalaa, ja siinä epäonnistuminen turhauttaa hyvin helposti. Myös yhden kappaleen tutkiminen on hankalaa - ellei mahdotonta - mikäli se on käsien ulottumattomissa. Esimerkiksi koulun salin koon hahmottaminen voi onnistua kuuntelemalla sieltä tulevia ääniä, mutta joidenkin kaukana olevien asioiden hahmottaminen voi olla täysin mahdotonta. Siksi monien abstraktien asioiden ymmärrys on hyvin hankalaa, vaikka oikeat opiskelutekniikat olisivatkin käytössä. (Csocsán ym. 2002, 64.)

Tärkeä osa opiskelutekniikan hallintaa on oppilaan oma into tutkia ja kehittää niitä. Oppimisen halun on lähdettävä oppilaasta itsestään, jolloin myös opiskelutekniikat kehittyvät. On hyvä muistaa, ettei auta oppilasta liikaa aliarvioiden hänen taitojaan. Esimerkiksi uutta konkreettista kappaletta tutkiessa oppilaan on hyvä itse pohtia ja päättää, miten lähteä kappaletta tutkimaan, eikä opettajan asettaa käsiä tiettyyn kohtaan ja kertoa mitä seuraavaksi kannattaa tutkia (Csocsán ym. 2002, 41). Opettajalle tärkeämpi tehtävä on sen sijaan innostaa oppilasta itse tutkimaan asioita, oli oppilaan oma tyyli sitten mikä tahansa. Toki opettajan on syytä huomioida tiettyjä asioita (mm. vasemmalta oikealle eteneminen), mutta tutkimisen innon tulisi lähteä oppilaasta itsestään.

Kun oma tyyli on löytynyt ja vakiintunut, on sokean oppilaan turvallista tutkia uusia eteen tulevia asioita. Onnistumisista ja asioiden hahmottamisesta oppilaan

itseluottamus kasvaa, mikä ruokkii intoa tarttua uusiin haasteisiin. Siksi opettajan on tärkeää huomioida, että onnistumisia tulee tarpeeksi usein. Yksi hyvä tapa hyödyntää kappaleiden tutkimisesta saatua itseluottamusta on laittaa sokean oppilaan kokeeseen konkreettisesti tutkittavia kappaleita. Erityisesti matematiikassa käytäntö on helppo toteuttaa, mutta yhtä lailla muissakin oppiaineissa tunnisteltavien kappaleiden läsnäolo kokeissa on suotavaa.

Koska sokealle käsillä tunnisteltavat tavarat ovat parhaita välineitä niiden hahmottamiseen, on syytä miettiä mitä oppilaalle antaa tutkittavaksi. Esimerkiksi rahan käyttöä opetellessa ei ole lainkaan tarkoituksenmukaista antaa oppilaalle hypisteltäväksi leikkirahoja samalla kun rahankäytön periaatteita opetellaan. Leikkirahan tutkimisen jälkeen lapsi osaa tunnistaa leikkirahat, mutta jos koulussa tutkittavana olisi oikeita rahoja, oppisi hän kerta heitolla tunnistamaan oikeita rahoja painon, muodon, koon, pinnan ja äänen perusteella. Nämä tärkeät elämäntaidot oppii kuin itsessään, kun materiaalit ja tekniikat on valittu oikein.

3 SOKEAT JA MATEMATIIKKA

Tässä luvussa tarkastelun kohteeksi otetaan sokeiden *matematiikan* opinnot. Esimerkiksi Jyväskylän sokeiden koulussa yläkouluikäisillä matematiikka on eniten yksilöllistetty oppiaine sen haastavuudesta johtuen. Luvussa 3.1 käsitellään matematiikkaa yleisemmällä tasolla mm. ajankäytön ja erityisosaamisen ja -haasteiden kautta. Luvussa 3.2 sen sijaan tarkastellaan tarkemmin yhtä matematiikan osa-aluetta, geometriaa.

3.1 Matematiikan ymmärtäminen

Ajankäytön tärkeydestä sokeiden matematiikan opiskelussa kerrotaan luvussa 3.1.1. Muihin huomionarvoisiin seikkoihin sen sijaan paneudutaan enemmän luvussa 3.1.2, ja luvussa 3.1.3 on käsitelty sokeille tyypillisesti hankalia matematiikassa esiintyviä asioita. Kuten aiemmin jo todettu, ovat sokeat oppilaat hyvin heterogeeninen ryhmä eivätkä samat haasteet koske kaikki sokeita, mutta luvussa esitellään matemaattisia asioita, joita sokeiden on usein hankalampi ymmärtää. Samalla kun osa matemaattisista asioista on tyypillisesti hankalia, ohjaa sokeus myös joidenkin asioiden kohdalla erityisosaamiseen. Tähän on paneuduttu luvussa 3.1.4.

3.1.1 Matematiikan opiskelu

Sokeiden koulunkäynnissä on monia haasteita, jotka ilmenevät eri tavoin eri oppilailla. Joillekin sokeille matematiikan oppiminen voi olla oppiaineista mieluisampia ja helpoimpia oppia, mutta yleisesti matematiikkaa pidetään sokeiden kohdalla ehdottomasti haastavimpien asioiden joukossa. Suuria haasteita aiheuttavat mm. matemaattisten ärsykkeiden puute arkipäivässä, abstraktien asioiden hahmottaminen, pistekirjoituksen tuomat haasteet, ajankäytön ongelmat sekä geometria, johon palataan tarkemmin myöhemmin. (Csocsán ym. 2002).

Sokean oppilaan matematiikan opinnoissa on käytettävä aikaa moniin asioihin moninkertainen määrä aikaa normaalisti näkeviin verrattuna. Kun matematiikan tunti alkaa, on sokean oppilaan huomattavasti vaikeampi saada oikeita työvälineitä nopeasti esiin, sillä oppikirja on useissa eri sidoksissa ja sivujen etsiminen voi olla

hankalaa. Samoin kirjoitusvälineiden etsiminen ja valmiiksi laittaminen vie aikaa, joten jo ennen varsinaiseen asiaan menemistä on aikaa voinut kulua reilusti.

Myös pistekirjoituksen lukeminen ja kirjoittaminen on hitaampaa, ja aikaa ja voimia kuluu myös näiden väliseen siirtymiseen: sormet toimivat sekä lukemisen että kirjoittamisen välttämättöminä työvälineinä, siinä missä näkevä oppilas voi lukea silmillään ja kirjoittaa kädellään, jolloin siirtyminen operaatiosta toiseen käy huomaamatta. Matemaattisen lukemisen hitaus tulee esiin myös siinä, että esimerkiksi koko luku on mahdollista ymmärtää vasta kun viimeinenkin luvun numero on luettu, jolloin koko luku on hahmotettavissa. Kokonaisuuksien hahmottamisen myötä pidemmät kirjoitetut tehtävät ja laskut vievät paljon enemmän energiaa ja aikaa.

Vaikka kirjoittaminen sujuisi nopeasti ja pienellä vaivalla, ei sitä voi tehdä samaan kirjaan, josta pisteillä tehtäviä lukee. Tehtävien ratkaisut ja muut huomiot on tehtävä erilleen pistekirjasta, mikä osaltaan vie aikaa. Toisinaan tehtävää ei toki tarvitse kirjata ylös, ja usein apuna on muita apuvälineitä – siinäkin tapauksessa aikaa kuluu apuvälineen käytön opetteluun, ennen kuin itse tehtävään voi pureutua.

Sekä oppilaan että opettajan on syytä muistaa, että on luonnollista, että aikaa ja resursseja kuluu enemmän kuin näkevilla. Oppilaan tulee hyväksyä se ja antaa itselleen enemmän aikaa, eikä turhautua omasta hitaudesta. Opettajalla on tärkeä rooli rauhallisuuteen ja kiireettömyyteen kannustamisessa.

3.1.2 Sokeat ja matematiikan ymmärtäminen

Valmiita ohjeita matematiikan opettamiseen sokeille ei tässä tulla antamaan, mutta muutamia tärkeitä muistettavia seikkoja tulee esille. Matematiikka on usein hiljaista puurtamista, jossa suurempi työ on omalla pohdinnalla kuin tehtävien lukemisella ja teorian opettelulla. Sokean oppilaan ollessa luokassa, on todella tärkeää, että opettaja puhuu mahdollisimman paljon asioita ääneen, eikä opetus perustu kuvasta katsomiseen ja sen avulla oivaltamiseen. Ääneen puhuminen oletettavasti luonnistuu helposti, mutta vielä sitäkin tärkeämmäksi voidaan katsoa se, että sokea oppilas itse puhuu ja kertoo opettajalle käsiteltävästä asiasta. Oppilaan oma kielentäminen on avainasemassa ymmärtämiselle, ja on samalla opettajan paras keino huomata, onko oppilas ymmärtänyt

asian. Sokealle itse kertominen paitsi opettaa, on myös kevyempi tapa kuin kirjoittaa vastauksia toistuvasti pisteillä. (Csocsán ym. 2002, 43.)

Opettajan tulee kiinnittää huomiota myös asioiden ilmaisun keinoihin ja matematiikan kielen käyttöön. Monet ”helpot” käsitteet voivat olla sokeille vaikea hahmottaa, sillä niistä ei ole saatu kokemuksia arkipäivän elämässä (Csocsán ym. 2002, 11-12). Esimerkiksi vastakkainen ja viereinen ovat useimmille näkeville helppo ymmärtää, mutta niitä käsitteitä käyttäessä sokealle matematiikan kieli voikin olla kokonaan uutta, jolloin käsitteet on selitettävä tarkasti.

Myös esineiden käyttöön tulee kiinnittää huomiota. Peruseriaate on, että mitä enemmän sokea oppilas voi oppia tunnustelemalla konkreettisten kappaleiden avulla, sitä tehokkaampaa oppiminen on. Opettajan on kuitenkin syytä miettiä etukäteen ja tarkkailla oppilaan toimintaa, jotta huomio kiinnittyy siihen, mihin tarkoitus kulloinkin on. On nimittäin hyvin tyypillistä, että sokea ja näkevä oppilas keskittyy saman kappaleen kohdalla täysin eri seikkoihin. Siinä missä näkevä lapsi kiinnittää huomiota kappaleen muotoon, kokoon ja väriin, voi sokea lapsi tutkia pinnan lämpöä, kulmien terävyyttä ja painoa. Näin ollen on mietittävä tarkkaan, että tutkittava kappale palvelee oikeaa tarkoitusta. (Csocsán ym. 2002, 26.)

Sokeiden matematiikan opinnoissa oma keho on yksi parhaita välineitä. Esimerkiksi lukumääriä opetellessa kehosta löytyy eri lukumääriä vaikka kuinka paljon. Sormia on yhdessä kädessä 5 ja yhteensä 10, silmiä on kaksinkertainen määrä neniin verrattuna jne. Laskutoimituksia on vaikka kuinka paljon, ja kokemus lukumäärien todellisesta olemassaolosta on oman kehon kautta vahvempaa. Myös suuntia, kulmia, pituuksia, aikaa ja painoja voi tutkia oman kehon kautta, samoin kuin itselleen tärkeiden asioiden avulla. Esimerkiksi tähän tutkimukseen osallistunut alakouluikäinen sokea poika käytti monia matemaattisia termejä salibandymailastaan kertoessaan, ja niiden käsitteiden oppiminen on tapahtunut ainakin osin huomaamatta.

Tärkeä osa oppimista on aitojen omien kokemusten saaminen. Niille on varattava paljon aikaa, sillä niiden kokeminen on lopulta paljon tehokkaampi tapa oppia. Helposti käy niin, että luokan näkevät oppilaat tekevät matemaattisia kokeita sokean oppilaan puolesta aikaa säästääkseen ja ollakseen avuksi hänelle. Kuitenkin oppimista tapahtuu enemmän, kun sokea oppilas saa kokemuksen itse tehdystä testistä, jolloin opetettava asia konkretisoituu (Csocsán ym. 2002, 12). Samalla oppilaan

itseluottamus kasvaa, kun hän pystyy itse kokeilemaan matematiikkaan liittyviä asioita silläkin uhalla, että kaikki ei menisi putkeen esimerkiksi vesilasin kaatuessa testiä tehdessä.

Vaikka monen käsitteen oppiminen voi olla hankalaa, on siihen varattava paljon aikaa. Sokeilla käsitteiden oppimisen tärkeys painottuu erityisesti, sillä käsitteen sisältöä ei voi näyttää, vaan se tulee osata selittää hyvin (Lappalainen & Leikas 2006, 151). Käsitteiden selittämisen kohdalla opettajan on tärkeä kuunnella tarkasti, *miten* oppilas on käsitteen ymmärtänyt, sillä käsitteen sisältö voi joskus olla erilainen, koska omat kokemukset kyseisestä käsitteestä ja arkipäivän matemaattiset ärsykkeet voivat erota näkevien oppilaiden kokemuksista paljonkin (Csocsán ym. 2002, 41).

Kaiken kaikkiaan sokean oppilaan kielentäminen on hyvin tärkeässä osassa matematiikan käsitteiden oppimista, ja tähän oppilasta tulee rohkaista (vrt. Joutsenlahti 2003). Opettajan on muistettava, että oppilas löytää usein itse parhaat keinot asian oppimiseen, eikä kaikkea tarvitse tehdä samalla lailla luokkakavereiden kanssa. Tärkeää on myös muistaa, ettei sokealta oppilaalta kannata vaatia kaikkia samoja asioita, ja joidenkin asioiden kohdalla on syytä päästää sokea oppilas helpommalla. Esimerkiksi laskujen kaikkien välivaiheiden merkitseminen ei ole tarkoituksenmukaista, vaan ainoastaan ylimääräistä vaivaa, sillä suurin osa laskemisesta tapahtuu päässälaskuna, eikä välivaiheiden kirjoittaminen edistä oppimista. Tässäkin tapauksessa oppilas tietää itse parhaiten, minkä verran muistiinpanoja/välivaiheita tarvitsee – kunhan sen ymmärtämiseen ohjataan.

3.1.3 Haasteet matematiikan opiskelussa

Monet tekijät luovat haasteita ja vaikeuksia sokean lapsen matematiikan oppimiseen. Haasteet ovat monipuolisia, ja ne näkyvät eri lailla. Usein vaikeudet ovat jo varhaisessa vaiheessa matematiikan opintoja, esimerkiksi lukukäsitteen ymmärtämisessä, mutta monilla haasteet kasaantuvat ja vaikeudet matematiikassa lisääntyvät opintojen edetessä. Matematiikanopintojen vaikeuksia ei voi kuitenkaan selittää pelkästään näkövammaisuudella, sillä sokeidenkin joukossa on aina muutamia, jotka suoriutuvat matematiikasta hyvin ja ilman ongelmia. (Csocsán ym. 2002, 7.)

Lähtökohtana matematiikan haastavuudelle voidaan katsoa olevan matemaattisten perusvalmiuksien puute. Siinä missä näkevä lapsi tarkkailee ympäristössään lukumääriä jatkuvasti, sokeat eivät saa näitä ärsykeitä lapsuudessaan ennen kouluun menoa. Lukukäsitteen hahmottaminen alkaa näkevillä luonnostaan ympäristöä tutkimalla, sokeilla lukujen ja lukumäärien tutkiminen voi tulla eteen vasta koulussa. Hankaluudet lukukäsitteessä on sikäli merkittävä, että lukutajun kehittäminen on tärkeimpiä asioita ensimmäisten kouluvuosien aikana (Csocsán ym. 2002, 11). Hankaluudet lukukäsitteessä voivat kasaantua jatkoa ajatellen, kun suuri osa matematiikan osa-alueista perustuu jollain lailla lukukäsitteeseen.

Lukukäsitteeseen liittyen erityistä hankaluutta aiheuttaa usein negatiiviset luvut, sillä niiden hahmottaminen tunnustelemalla on huomattavasti hankalampaa. Negatiiviset luvut saattavat tulla arkipäivässä esille melko selkeinakin esimerkiksi lämpötilan myötä, mutta todellinen negatiivisten lukujen hahmottaminen saattaa silti puuttua, ja osaaminen olla olematonta asiayhteyden muuttuessa (Csocsán ym. 2002, 58). Jos pakkasasteet negatiivisina lukuina ovat tuttuja, voi rahan puute ja velka olla täysin outoja asioita, eikä negatiivisten lukujen käsitteleminen enää onnistukkaan yhtä helposti.

Yksi selkeä osa-alue, joka on osoittautunut sokeille hankalaksi, on erilaisten suhteiden ymmärtäminen (Csocsán ym. 2002). Asioiden vertailu on hankalampaa, kun käytännössä vain kahta asiaa pystyy vertaamaan samaan aikaan. Siinä missä näkevä oppilas näkee esimerkiksi suuruusjärjestyksen yhdellä silmäyksellä, vaatii järjestyksen selvittäminen sokealta hyvää muistia. Tämä tuo haastetta suhteiden hahmottamiseen, ja niiden ymmärtäminen on selvästi hankalampaa kuin näkevillä oppilailla. Esimerkiksi pituuden, pinta-alan ja tilavuuden suhteet ja yhteydet toisiinsa on selvästi hankalampaa oivaltaa.

Sokeilla geometristen muotojen varhainen tutustuminen on samalla lailla hankalampaa kuin lukumäärien kohdalla. Näkevä lapsi luokittelee huomaamattaan tiettyjä muotoja omiin luokkiin leikeissä, esimerkiksi ympyrän muotoiset hiekkakakut hän tunnistaa samankaltaisiksi. Sokealla nämä kokemukset ovat vähäisempiä, ja vaikka muotoja opettelisi koulussa, ei luokittelu ole helppoa etenkin isojen kappaleiden kohdalla. Huomio suuntautuu usein ensin muihin asioihin (esim. ääneen ja pintaan) kuin kappaleen muotoon. (Csocsán ym. 2002, 11)

Ongelmia matematiikassa voi ilmetä myös yllättäen, kun tutusta ja hyvin sujuvasta asiasta tulee hankala. Näin voi käydä etenkin silloin, kun sokea oppilas on oppinut jonkun asian ulkoa, ja käyttää tätä hyödyksi tehtävissään, jolloin varsinaiset taidot eivät kehity (Csocsán ym. 2002, 7). Sokeilla on yleensä todella hyvä muisti, joten esimerkiksi kertolaskut opitaan hyvin ulkoa, mikä on toki hyvä asia. Jos kuitenkin käy niin, että esimerkiksi yhteenlaskuja oppii käyttämään muistinvaraisena taitona, varsinainen laskutaito ei pääse kehittymään. Jos osaa ulkoa, että $8+6=14$, ei laskutaito harjaannu, ja sen puutteeseen törmää väistämättä myöhemmin. Voi jopa käydä niin, että perustietojen puuttuminen havaitaan vasta vuosien päästä. Vastuu tästä on toki opettajalla, sillä on luonnollista, että ulkoa opittua tietoa käyttää hyödyksi, onhan se taloudellisin ja nopein tapa ratkaista tehtäviä. (Csocsán ym. 2002, 42.)

3.1.4 Apuvälineiden käyttö

Sokeilla muisti kehittyy usein paremmaksi kuin näkevillä. Tätä taitoa he hyödyntävät myös laskemisessa, jotta työlästä välivaiheiden kirjaamista ei tarvitsisi niin paljoa tehdä. Sen vuoksi monet laskutavatkin ovat erilaisia, ja mm. supistaminen tapahtuu yleensä vasta laskun lopuksi, vaikka se hieman hankaloittaisi itse laskua, jotta muistamista ei tulisi lisää (Csocsán ym. 2002, 13). Tämä laskutapa kehittää samalla vaikeampien laskutoimitusten operointia.

Päässäälaskutaidon merkitys on ehkäpä selvin ero näkevien ja sokeiden perustaitojen välillä, sillä päässäälaskutaito on sokealle erityisen tärkeä taito, jota tulee harjoitella paljon. Päässäälaskutaidon harjoitteluun käytetty aika maksaa itsensä moninkertaisesti takaisin. Nopean päässäälaskutaidon opetteleminen jatkuu pitkien koulutaivalta, mutta sitä harjoitellessa on kiinnitettävä huomiota, että laskut eivät ole ulkoa opeteltuja, vaan itse laskutaito kehittyy. Päässäälaskutaitoa korostaa myös se, että tutkimuksissa on havaittu, etteivät sokeat pääsääntöisesti käytä sormia laskemisen apuna (Csocsán ym. 2002, 26). Hyvä päässäälaskutaito lisää myös itseluottamusta, mikä taas antaa lisävirtaa kaikkeen opiskeluun.

Päässäälaskun lisäksi tärkeänä asiana esiin nousee joustavien laskutapojen opettelu. Koska laskujen ja välivaiheiden kirjoittaminen on työlästä, päässäälaskut tulevat tarpeeseen vaikeammissakin laskuissa, jolloin tarkoituksenmukaisen laskutavan on oltava hallussa. Osa laskutekniikoista on samanlaisia kuin näkevillä, mutta osa poikkeaa jonkin verran. Csocsán, Klingenberg, Koskinen ja Sjöstedt esittävät kirjassaan

Matematiikka toisin silmin nähtynä esimerkiksi kertolaskuihin liittyviä laskutapoja. Esimerkiksi luvulla 25 kertominen on sokeille usein helpompi tehdä niin, että kertoo ensin sadalla, ja puolittaa tuloksen kahteen kertaan (Csocsán ym. 2002, 59). Näkevä oppilas laskisi samankaltaisen tehtävän useimmiten allekkain kertoen.

Eri laskutekniikoiden opettelemiseen kannattaa käyttää paljon aikaa, sillä laskutavat opittua ne löytyvät työkalupankista koko loppu koulu- ja elämäntaipaleen. Hyvä tapa laskutapojen harjoitteluun on saman laskun laskeminen eri tavoilla opettajan johdolla. Csocsán ym. käyttävät esimerkkinään yhteenlaskua $295+138$: yksi tapa on laskea sadat, kymmenet ja ykköset erikseen, $300+120+13=433$. Toisaalta oppilaan voi ohjata laskemaan saman laskun siirtämällä viisi ykköstä, jolloin ensimmäisestä yhteenlaskettavasta tulee täysiä sataa: $300+133=433$ (Csocsán ym. 2002, 60). Kun oppilas hallitsee useita laskutapoja, on tärkeää ohjata ja kannustaa oppilasta siihen, että ennen laskemista valitsee itselleen kyseiseen laskuun helpoimman tavan laskea. Tähän kannattaa rohkaista kaikkia oppilaita, mutta sokeiden kohdalla laskutavan valinta korostuu.

Sokeiden numeronymmärrys perustuu moniin asioihin, joista tunnustelemalla saatu tieto on yksi merkittävä tekijä. Tutkimusten mukaan onkin havaittu, että mitä tehokkaammat tunnustelumetodit sokealla oppilaalla on, sitä parempi hänen numeronymmärryksensä on. Kahden käden käyttö tunnustellessa on tärkeää opettaa alusta asti.

Matematiikan opiskelussa sokeilla on käytössä monia apuvälineitä. Monet niistä voivat olla hyvin yksinkertaisia, kuten oma keho. Esimerkiksi murtolukujen ymmärtäminen voi olla sokealle hankalaa, mutta mitatessa esimerkiksi pulpetin pituutta sormella oppilas havaitsee, että pituus ei mene tasan, vaan on esimerkiksi 10 ja puoli sormea.

Apuvälineitä matematiikassa ovat mm. puhuva laskin, Abakus-helmitaulu, koholla olevat mittalaitteet, sokeain harppi ja koholla oleva koordinaatisto. Tässä tutkimuksessa näihin ei kuitenkaan perehdytä tarkemmin. Apuvälineisiin ja niiden käyttöön on kuitenkin syytä tutustua etukäteen, jotta osaa neuvoa niiden käyttöä mahdollisimman hyvin sokealle oppilaalle. Ohjeistuksessa tulee olla tarkkana, sillä niin apuvälineiden kuin tavallisen pistekirjoituksenkin kohdalla pienikin virhe voi johtaa suurempaan harmiin. Pistekirjoituksessa yksikin piste voi muuttaa tehtävää paljon, eikä

se välttämättä ole enää ymmärrettävä. Pelkkä välilyönti voi muuttaa tehtävän merkitystä, joten apuvälineiden käyttöön on syytä käyttää aikaa, jotta pieniltä mutta suuresti vaikeuttavilta virheiltä vältytään.

3.2 Geometria ja sokeat

Luvussa 3.2.1 kerrotaan kokemuksellisuuden tärkeydestä sokeiden geometrian opinnoissa ja geometrysten kappaleiden ymmärtämisessä. Yleisemmin juuri sokeille tärkeistä asioista geometriaan liittyen on kerrottu luvussa 3.2.2. Luvussa 3.2.3 on lyhyesti kerrottu Van Hielen geometrisen ajattelun teoriasta, jota tutkimuksessa on sivuttu.

3.2.1 Kokemukset ja toiminnallisuus

Toiminnallisuus ja kokemukset aidoista arkipäivän asioista ovat tärkeitä sokean oppilaan geometrian opinnoissa. Koulussa geometriaan tutustuessa on tärkeää, että sokea oppilas saa tutustua asioihin omia tapojaan käyttäen, ei aikuisen sanelemana. Usein käsitteisiin ja kappaleisiin tutustuminen on kuitenkin helpompaa muiden kanssa. Silloin on muistettava, että toimiminen luokkakavereiden kanssa on tärkeää, sen sijaan että harjoitteluparina olisi toistuvasti henkilökohtainen avustaja.

Konkreettisiin kappaleisiin ja muotoihin tutustuessa sokean oppilaan kohdalla korostuu kappaleiden aitous. Kun tutkittavina kappaleina on heti esimerkiksi maitopurkki tai jääkiekko, yhdistyy kappaleen ominaisuudet heti arkipäivän esineisiin, eikä vain geometrian opinnoissa käytettäviin termeihin. Tutkittava kappale ei jää ainoastaan matemaattiseksi kappaleeksi, vaan se yhdistetään ihan oikeasti käytettäviin asioihin. (Csocsán ym. 2002, 63.)

Kokemuksen puutteen takia ”yksinkertaistenkin” kuvioiden hahmottaminen ja ymmärtäminen voi olla vaikeaa. Esimerkiksi opiskeltaessa kolmion käsitettä eteen voi tulla useita ongelmia, joita näkevien kohdalla ei ole, kun kuvion piirteitä voi tarkastella kolmion kuvia katsoen. Sokealle haasteita tuo mm. muodon tunnustelu: jos sokealle oppilaalle annetaan käteen kolmion muotoinen kappale, niin käsin tunnustellessa se ei ole pelkkä muoto, vaan kyseessä on kolmiulotteinen kappale, jolla on monta eri osaa. Mm. etu- ja takaosa saattavat tuntua erilaiselta, ja helposti tulee käsitys, että kolmiolla on aina korkeus. Mikäli kolmiota tutkiessa painotetaan, että

korkeudesta ei tarvitse välittää, vaan oleellista on muodon tutkiminen, korkeuden ”puuttumisesta” tulee uskon asia, jolloin oma kokemus ei vastaa tätä uskomusta. Jos taas kolmion piirtää kohokuviolla tai muodostaa sen kuminauhojen avulla, syntyy kulmikas kappale, jossa on keskellä reikä, eikä korkeuselementtikään katoa. Näin ollen aitojen kokemusten luominen ei geometriassa useinkaan ole helppoa, ja pienikin muutos opiskelumateriaaleissa voi tehdä suuren muutoksen ymmärtämisessä. (Csocsán ym. 2002, 62.) Ymmärtämisen tueksi kielentämisestä voi olla suuri apu geometrian opinnoissa. Kielentämisestä tarkemmin pääluvussa 4.

3.2.2 Erityispiirteitä sokeiden geometrian opiskelussa

Mittaaminen on tärkeä ja usein myös vaikea taito alakoululaisille. Sokeilla moni asia tekee siitä vielä haasteellisempaa, ja heidän mittaamistaitoihin liittyen olisi mahdollista tutkia monia asioita. Tässä kohtaa mittaamista ei tarkastella tarkemmin, mutta on syytä huomauttaa, että standardien mittausvälineiden lisäksi on erittäin tärkeää, että sokeaa oppilasta ohjataan mittaamaan asioita omalla keholla, esimerkiksi sormien tai askelten avulla, jotta mitattu tulos saisi jonkun konkreettisen merkityksen, eikä vain abstraktia lukua mittayksikön kera. Mittaamiseen tulee myös antaa tarpeeksi aikaa ja toistoja.

Kaksi- ja kolmiulotteisten kappaleiden hahmottaminen ja vertaaminen on luonnollisesti hankalaa näköaistin puuttuessa. Esimerkiksi kolmiulotteisen kappaleen piirtäminen voi olla niin hankalaa, ettei sitä koskaan ymmärrä (Csocsán ym. 2002, 13). Toisaalta on syytä miettiä, onko sitä hyötyäkään ymmärtää, jos paperille piirrettyä kuviota ei itse kuitenkaan näkisi. Projisointi kolmiulotteisesta kaksiulotteiseen voi kuitenkin kiehtoa myös sokeita, joten tätäkin aisaa on tarvittaessa pyrittävä selittämään ajan kanssa.

Vaikka kaikki kappaleet olisivatkin kolmiulotteisia, on niiden vertaaminen silti hankalaa, sillä sokea tutkii usein huomattavasti useampaa ominaisuutta kerralla kuin näkevä oppilas. Näin ollen kappaleiden välisten yhteyksien huomaamisesta tulee työlästä, kun tutkittavana on niin monta ominaisuutta. Yhtäläisyyksien selittäminenkin ei usein auta, sillä näköhavaintojen selittäminen ja sokealle tunnusteltavaksi muokkaaminen eivät useinkaan toimi. Tämä johtuu siitä, että näköaistin avulla kappaleesta saa heti kokonaiskäsityksen ja eri ominaisuudet voi havaita samanaikaisesti, kun taas tunnustellessa keskittyminen kiinnittyy yhteen ominaisuuteen kerralla, ja havaintoja on useita peräkkäisiä.

3.2.3 Van Hielen tasot geometrisessa ajattelussa

Harry Silfverberg (1999) esittelee van Hielen teoriana tunnetun viisi tasoa sisältävän geometrista ajattelua kuvaavan teorian pääpiirteissään. Teorian mukaan ensimmäisessä, visualisoinnin tasossa kuvioita käsitellään sen mukaan, miltä ne näyttävät ympäröivässä ympäristössä. Kuvioita ei osata vielä lajitella ominaisuuksien mukaan, vaan osaaminen perustuu visuaaliseen ilmeeseen. Toisella, ominaisuuksien analysoinnin tasolla kuvioilla havaitaan olevan tiettyjä ominaisuuksia. Ominaisuuksien keskinäisiin riippuvuussuhteisiin ei kiinnitetä huomiota. Sen sijaan ominaisuuksien järjestämisen tasolla (taso 3) ominaisuuksien suhteet ymmärretään, minkä perusteella esimerkiksi kuvioluokkien vertailua voidaan tehdä ominaisuuksien suhteiden avulla. Kyseisellä tasolla lisätietoa saadaan ominaisuuksien perusteella päättelemällä. Neljännellä, eli formaalin päättelyn tasolla tiedoista osataan päätellä seurauksia, ja todistaa niitä formaalisti. Tällä tasolla todistuksen ongelma ja tavoitteet pystytään erottamaan omiksi selkeiksi osiksi. Viides taso on aksiomisysteemin ja ymmärtämisen taso. Sillä tasolla eri geometrioita pystytään vertailemaan tarkastelemalla niitä aksiomaattisina järjestelminä. (Silfverberg 1999, 27-28.)

Kerätyn aineiston perusteella tutkijan oman arvion mukaan tässä tutkimuksessa mukana olleet oppilaat olivat tasoilla 2, 3 ja 4. Erot johtuivat pitkälti myös suuresta ikähaarukasta, sillä tutkimuksessa oli mukana oppilaita kolmannelta luokalta yhdeksänteen luokkaan. Oppilaan geometrisen ajattelun kehittymisen seuraamisessa van Hielen tasot ovat oiva väline. Tässä tutkimuksessa suureen rooliin van Hielen teoria ei kuitenkaan nouse.

4 KIELENTÄMINEN

Kielentäminen on suuri apu eri käsitteiden ja uusien asioiden oppimisessa sekä opittujen asioiden yhdistämisessä ja kokonaiskuvaa luodessa. Kielentämisellä tarkoitetaan asioiden sanallista selittämistä. Kielentämistä voi tehdä suullisesti, kirjallisesti tai kuvin. Ilmeet ja eleet voidaan myös luokitella kielentämiseksi, sillä ne tuovat omaa ajattelua esiin (Joutsenlahti & Kulju 2010, 78). Pääasia on, että esimerkiksi uutta käsitettä kielentäessä sanallistaa ajatuksensa ”omin sanoin”, eikä toista ulkoa opittua määritelmää omana ajatuksena. Kielentäessä asiat sanallistetaan luonnolliselle kielelle omaa äidinkieltä käyttäen, jotta keskittyminen on asian sanallistamisessa ja ymmärtämisessä, eikä siinä, millainen muodollinen lopputulos kielentämisestä syntyy (Joutsenlahti & Rättyä 2015). Tärkeä osa kielentämistä on, että se avulla tuo ajatteluaan ymmärrettäväksi toisille. Käytännössä kielentäminen on siis asioiden selittämistä niin, että kuulija/lukija ymmärtää mistä on kyse. Kielentäessä tulee myös reflektoida oppimaansa, ja tätä kautta oppimista tapahtuu yhä enemmän, ja kielentäminen on apuna asian syvällisemmässä ymmärtämisessä. Kielentäessä huomaa myös, mikäli on oppinut asian liian pintapuolisesti, ja tarvitsee vielä harjoitusta. (Saarainen 2017, 21-22; Joutsenlahti & Kulju 2010, 78.)

Kielentämisessä on vahvasti mukana myös sosiaalinen ulottuvuus. Kun yksi (tai useampi) oppilas kielentää oppimaansa muille, ovat kaikki muut kuuntelemassa tätä, ja näin ollen sosiaalisessa kanssakäymisessä puhujan ja muiden kuulijoiden kanssa. Oppimista tapahtuu sekä puhujan että kuulijoiden kohdalla. Tästä lisää seuraavassa luvussa.

Tässä tutkimuksessa on kiinnitetty huomiota erityisesti ns. neljän kielen malliin matematiikan käsitteitä kielentäessä. Yksi neljästä kielestä on luonnollinen kieli (oma äidinkieli), jonka avulla kielentäen asioita tarkastelee. Muut neljän kielen mallin kielet ovat matematiikan symbolikieli, kuviokieli sekä taktiilinen toiminnan kieli. (Joutsenlahti & Kulju 2015, 65.) Neljän kielen mallista tarkemmin luvussa 4.2.

4.1 Kielentämisen hyötyjä ja toimintatapoja

Kielentämisen hyödyt ovat moninaisia. Oppilaan kielentämisestä hyöttyy oppilaan itsensä lisäksi muut oppilaat sekä opettajat, ja sitä kautta jälleen oppilaat entistä enemmän. Kun oppilas kielentää oppimiaan asioita, tulee hänen reflektoida osaamistaan, ja palata erilaisin ajatuksin samoihin asioihin. Näin ollen asian käsittely ja oppiminen ei jää ulkoa opituksi irralliseksi asiaksi, vaan tarkemman pohdinnan avulla tapahtuu syvällistä oppimista. Monen helpoksi luullun asian ymmärrettävästi selittäminen muille ei olekaan niin helppoa kuin luulisi, joten asian tulee olla hyvin hallussa, jotta sen pystyy muille avaamaan. Toisaalta, jos asia ei ole vielä tarpeeksi tuttu, ja oppiminen on vielä alkuvaiheessa, paljastuu tämä oppilaalle hänen kielentäessään asiaa. Näin oppilas huomaa itse, että asia ei vielä ole täysin hallussa, ja siihen olisi syytä palata. Kielentäminen paljastaa oppilaalle itselleen myös sen, mikäli joitain tiettyjä yksityiskohtia asiaan liittyen tulisi vielä harjoitella. (Joutsenlahti & Kulju 2010, 170)

Samalla kun yksi oppilas kielentää ajatuksiaan, toimivat kuulijat oppijoina. Toisen oppilaan kielentäessä kuulijoiden käsitys kyseisestä asiasta muokkaantuu, ja uusia ajatuksia asiaan liittyen syntyy. Näin ollen oppimista ei tapahdu ainoastaan kielentäjän kohdalla, vaan kaikki tilanteessa mukana olevat oppilaat voivat siitä oppia. Sen vuoksi yhden oppilaan kielentäminen ei ”tuhlaa” aikaa toisten oppimiselta, vaan on osa kaikkien oppimistapahtumaa. Usein hieman epävarma kielentäminen herättää muilla ajatuksia, kysymyksiä ja rakentavaa keskustelua. Näin ollen suullinen (dialoginen) kielentäminen toimii opettavaisena tapahtumana, vaikka ryhmä olisi suuri, eivätkä kaikki pääsisivätkään joka kerta kielentämään itse. (Joutsenlahti & Rättyä 2014, 48.)

Kielentäjän ja muiden oppilaiden lisäksi myös opettaja oppii oppilaan kielentäessä. Toki opettaja voi oppia itse asiasta sellaisia seikkoja, mitä ei ole tiennyt, mutta suurin hyöty ja tavoite lienee siinä, että opettaja ”oppii” tilanteessa näkemään niitä asioita, mitä oppilas/oppilaat osaavat, ja mitä vielä riittävän hyvin eivät osaa. Usein oppilaan oikea osaamisen taso tulee paljon paremmin esiin asiaa kielentäessä, kuin esimerkiksi koepaperin laskun ratkaisusta. Tämän vuoksi esimerkiksi koepaperiin laskujen kirjallinen kielentäminen näyttää opettajalle osaamisen tasosta paljon lisää (Joutsenlahti 2003, 192).

Oppilaan osaamistason selvittämisen lisäksi kielentäminen osoittaa opettajalle hänen omaan opetukseen liittyviä yksityiskohtia. Voi olla, että oppilaiden käsitykset ja niistä kertominen näyttää opettajalle millainen opetustapa tiettyyn asiaan liittyen olisi paras, sen lisäksi että hän näkee oppilaiden mahdolliset puutteet osaamisessa. Näin ollen oppilaiden osaamisen kartoittamisen lisäksi kielentäminen paljastaa opettajan omasta toiminnasta tärkeitä yksityiskohtia.

Tietyn asian oppimisen lisäksi suullisessa kielentämisessä tulee kuin sivutuotteena myös hyviä sosiaalisia tilanteita, joista koko oppilasryhmä voi oppia sosiaalisia taitoja. Kielentäjää tulee kuunnella, toisen sanomaa voi usein kommentoida, toisilta voi kysyä ja ratkaisuja löytää ryhmän avulla. Kielentäminen synnyttää lukemattomia tilanteita, joissa sosiaalinen osaaminen on isossa roolissa. Asioiden kielentäminen voi myös lisätä motivaatiota oppimiseen. Joillekin oppilaille on tärkeää saada kertoa oppimaansa opettajalle ja muille oppilaille.

Jotta kielentämisestä saataisiin mahdollisimman paljon hyötyä oppimiseen, on opettajan luotava positiivinen ja kannustava ilmapiiri luokkaan ja koko oppimisympäristöön (Joutsenlahti 2003, 6; Chapin, O'Connor & Canavan Anderson 2009, 12). Opettajan on kannustettava oppilaita kertomaan havainnoistaan ja ajatuksistaan omin sanoin, ja antaa tilaa oppilaiden omille tulkinnoille ja väärillekin käsityksille. Toki vääriä mielikuvia on syytä oikaista, mutta oppilailla on oltava tunne siitä, että omia ajatuksia ja tulkintoja saa tuoda esille, vaikka ne eivät täysin todenmukaisia olisikaan. Kielentäessä on tarkoitus saada asia selitettyä ymmärrettävästi muille, joten pieniin muodollisiin yksityiskohtiin ei ole syytä takertua liian tarkasti (Joutsenlahti 2003, 6). Jos oppilas esimerkiksi kertoo suorittamastaan laskutoimituksesta käyttäen pluslasku -termiä, ei opettajan ole syytä korjata termiä yhteenlaskuksi, jotta oppilaan oma selitys ja näkemys saavat suuren arvon. Kielentäminen on ikään kuin epävirallista ajatusten virtaa ääneen/kirjallisesti tuotettuna.

Sahlberg (1995, 51-52) kuvaa yhteistoiminnallisuuden kolmeen eri toimintamalliin jakautuvaksi. Hänen mukaan yhteistoiminnallisuus koulussa voi olla yksilöllistä oppimista, jolloin yhdessä tekeminen ja ryhmän kanssa asioiden pohtiminen jää hyvin vähälle, ellei puutu kokonaan. Toisaalta yhteistoiminnallisuus voi olla negatiivissävytteistä kilpailullista oppimista. Siinä oppilaan opiskelumotivaatio kumpuaa kilpailusta ja toisiin vertailusta, eikä perustu oman oppimisen tavoitteluun.

Tässä mallissa kielentäminen ei pääse oikeuksiinsa, sillä huonon selityksen antaminen on kuin voitto muille ”kilpakumppaneille”, eikä omia ajatuksia näin ollen uskalleta tuoda esiin eikä kielentämisen avulla oppimista tapahdu juuri lainkaan. Toki tämän tyyppisessä tilanteessa oppilaita olisi syytä rohkaista kirjalliseen kielentämiseen tehtäviä ratkoessa. Kolmas yhteistoiminnallinen muoto Sahlbergin mukaan on positiivinen yhteistoiminnallinen. Siinä oppilailla on luottavainen mieli muita oppilaita kohtaan, ja oppimista tapahtuu paljon yhdessä oppien ja keskustellen. Tässä positiivisessa yhteistoiminnallisessa oppimisessa kielentäminen on erittäin suuressa roolissa, sillä toiminta perustuu monilta osin yhdessä tekemiseen ja keskusteluun. Keskustelussa omien ajatusten tuominen muille ymmärrettäväksi on avainasemassa, ja näin ollen kielentämistä tulee harjoiteltua jatkuvasti. Positiivinen yhteistoiminnallinen toiminta vaatii hyvää ja luottavaista henkeä, jotta usein opettavaisimmat, epävarmatkin ajatukset uskaltaisi muille kielentää. (Sahlberg 1995, 51-52.)

Riippumatta siitä, minkälainen Sahlbergin esittämistä yhteistoiminnallisuuden muodoista oppimisympäristössä on, kirjallinen kielentäminen on hyvä keino opetella kielentämään omia ajatuksia. Kirjallinen kielentäminen on oppilasta itseään varten, eikä sitä useimmiten opettajan lisäksi kukaan näe. Välttämättä opettajakaan ei kaikkia kirjallisesti kielennettyjä ajatuksia koskaan näe. Kirjallinen kielentäminen on erittäin hyödyllinen kielentämisen muoto etenkin suurissa opetusryhmissä. (Joutsenlahti 2003, 193). Suulliseen kielentämiseen ei itse puhumisen osalta voi kovin moni oppilas suuressa ryhmässä osallistua ajanpuutteen vuoksi, mutta kirjallista kielentämistä voivat tehdä kaikki esimerkiksi omiin vihkoihin. Näin ollen opettaja pääsee kiinni kaikkien ajatuksenkulkuun, sen sijaan että osan kohdalla arviointi perustuu paljolti vain tehtävien ja kokeiden tuloksiin.

Kirjallisen kielentämisen kohdalla on syytä muistaa, ettei kirjallisesti asioiden ilmaiseminen ole kaikille luonnollinen tapa ilmaista ajatuksiaan. Sen vuoksi kirjallisessa kielentämisessä on sallittava puhekielen käyttö, sillä ajatukset sanoittuvat usein juuri puhekielille (Joutsenlahti & Kulju 2010, 85). Myös persoonalliset ilmaisut ovat osa kirjallista kielentämistä. Usein ne ovat juuri niitä kohtia, joissa oppimista tapahtuu eniten. Toisaalta persoonalliset ilmaisut voivat ajoittain aiheuttaa hankaluuksia arvioinnissa, mutta se on kuitenkin sivuseikka itse oppimiseen verrattuna, ja arviointia pystyy kuitenkin muilta osin suorittamaan. (Joutsenlahti & Kulju 2010, 85.)

Kirjalliseen kielentämiseen liittyen opettajan on syytä huomioida myös se, ettei kielentäminen ole tarkoituksenmukaista heille, joille kirjoittaminen on hankalaa tai hidasta. Omien ajatusten selittäminen kirjallisesti toki opettaa, mutta jos itse kirjoittaminen vie kohtuuttoman paljon aikaa, ei siihen tule oppilaita pakottaa. Esimerkiksi Kim Forsblomin 2002 tekemässä ”matemat-tiikan” kielentämisprojektissa (Forsblom 2003, 125-133) kävi ilmi, että kirjalliseen kielentämiseen motivointi oli hyvin hankalaa, kun oppilailla ei ollut tarpeeksi aikaa sopeutua siihen. Sen sijaan samassa ajassa suullinen kielentäminen oli ehdottomasti positiivinen asia. Hänen havaintojensa mukaan suullinen kielentäminen lisäsi ymmärrystä monissa matemaattisissa asioissa.

4.2 Neljän kielen malli

Kielentämisellä on paljon annettavaa matematiikan oppimisessa. Jorma Joutsenlahti (2003, 192) kuvaa asiaa osuvasti:

”Matemaattisen käsitteen kielentäminen on myös osa oppilaan käsitteen konstruointiprosessia. Oppilaan ilmaistessa muille käsitteen sisältöä hän joutuu pohtimaan käsitteen keskeisiä piirteitä ja refleктоimaan sekä jäsentämään matemaattista ajatteluaan. Muut oppilaat voivat samalla verrata oppimansa käsitteen sisältöä toisen oppilaan ilmaisuun ja muovata keskustelun avulla sekä omaansa että toisten oppilaiden käsitteen sisältöä. Oppilaan ilmaisussa tulevat esille myös hänen asiaan liittyvät uskomuksensa.”

Matemaattisessa kielentämisessä avainasemassa on neljän kielen malli. Matematiikassa neljän kielen malliin kuuluvat luonnollinen kieli, kuviokieli, matematiikan symbolikieli sekä taktiilinen toiminnan kieli (Joutsenlahti & Kulju 2015, 64-65). Parhaimmillaan matematiikan oppiminen perustuu kaikkiin neljään kieleen, painotusta vaihdellen. Vahvasti kielentämiseen liittyvä luonnollisen kielen osuus tuntuu usein jäävän liian pieneen arvoon matematiikan opinnoissa. Tämä on kuitenkin nurinkurista, sillä suurin osa matemaattisesta pohdinnasta tapahtuu nimenomaan luonnollisella kielellä omissa ajatuksissa (Joutsenlahti 2003, 188). Näin ollen omien käsityksien ja pohdintojen sanallistaminen voi olla oiva apu uuden oppimisessa ja

aiemmin opitun yhdistämisessä. Neljästä mallin kielestä käytössä voi olla yksi tai useampi, mutta luonnollinen kieli lienee aina jollain lailla mukana pohdintoissa.

Muista neljän kielen mallin kielistä matematiikan symbolikieli sisältää ”matematiikan kieltä” matemaattisine merkinäytöineen ja symboleineen. Kuviokieli sisältää mm. kuvioiden ja muotojen piirtämistä. Taktiilinen toiminnankieli sen sijaan pitää sisällään erinäisiä fyysisesti koskettavissa olevia toimintamateriaaleja. (Joutsenlahti & Kulju 2015, 64-65; Joutsenlahti & Rättyä 2014, 51-52.)

Matematiikan kieleen tutustumisen alkuvaiheessa luonnollisella kielellä on suuri rooli. Voidaan katsoa, että aluksi juuri luonnollinen-, kuvio- sekä taktiilinen toiminnankieli rakentavat matematiikan symbolikielen, jonka rooli kasvaa oppimisen ohessa (Joutsenlahti & Rättyä 2014, 51). Myöhemmin ajattelun tai ongelmanratkaisun lähtökohtana voi olla mikä tahansa neljästä kielestä, ja sitä voi tarkastella muiden kielten kautta, jolloin näkökulmia oppimiseen on monta (Joutsenlahti & Rättyä 2014, 51). Neljän kielen mallin kieliä voi käyttää ja painottaa eri verran eri tehtävissä, eikä kaikkia mallin kieliä ole käytettävä aina. Luonnollinen kieli lienee ajattelun tasolla kuitenkin aina mukana.

4.3 Hyödyt ja toimintatavat matikan kielentämisessä

Oman matemaattisen ajattelun kertominen muille on oppilaiden mielestä vaikeaa (Joutsenlahti 2003, 188). Sen harjoittelu kuitenkin auttaa oppilasta ajatusten jäsentämisessä, joten se on yhtä lailla työkalu matematiikassa kuin esimerkiksi mittaamisen taito. Monipuolinen kielentäminen matematiikan tehtävien ratkaisuihin auttaa kyseisen tehtävän lisäksi matemaattisen ajattelun kehittämisessä, arvioinnissa ja parantaa asenteita matematiikkaa kohtaan (Morgan 2001, 234-235). Jorma Joutsenlahti onkin artikkelissa todennut: ”Tie matematiikan käsitteistöön ja symbolikieleen käy koulussa äidinkielen kautta” (Joutsenlahti 2003, 9). Kirjallisen kielentämisen johdosta aiempiin tehtäviin on myös huomattavasti helpompi palata uudelleen (Joutsenlahti & Kulju 2010, 169). Kynnys vanhojen tehtävien tarkasteluun ei ole niin iso, ja tehtävän ymmärtäminen on selvästi helpompaa oman kielentämisen avulla. Suullisen kielentämisen osalta matematiikka sopii kielentämiseen siinä mielessä erityisen hyvin, että ratkaisumalleja on usein lukematon määrä. Eri ratkaisuvaihtoehtojen oppiminen on tärkeää, kun matematiikassa siirrytään haastavampiin asioihin. Useiden oppilaiden

kielentäessä matematiikan asioita, useat eri ratkaisutavat tulevat ymmärrettävästi näkyviin, ja kielentäjä sekä kuulijat huomaavat, että eri ratkaisutapoja todella voi käyttää. Näin ollen myös matematiikassa suullinen kielentäminen auttaa koko ryhmää sisäistämään matemaattisia asioita ja käsitteitä (Joutsenlahti & Kulju 2010, 170). Tehtävän alussa tarkoituksenmukaisen ratkaisumenetelmän löytämisessä kielentäminen on apua, sillä sen avulla oppilas joutuu pohtimaan tarkkaan, mitä on lähdössä tekemään. ”Väärän” laskutavan valitseminen ja siinä tiukasti pysyminen johtaa usein hankaliin ratkaisuihin (Forsblom 2003, 126-127). Samalla oman ratkaisun tarkistus saa monipuolisemman pohjan, sillä vastauskirjasta tuloksen tarkistaminen ei tarkista ajatteluprosessia juuri lainkaan. Kielentämisen avulla myös vastauksen järjettömyys on helpompi havaita (Forsblom 2003, 126-127).

Matematiikassa kielentäminen voi lisätä myös motivaatiota ja parantaa asennetta matematiikkaa kohtaan, sillä omakohtaisten ja persoonallisten ratkaisujen laatiminen on usein mielekästä (Joutsenlahti & Kulju 2010, 169). Esimerkiksi ajatusprosessin tai osatehtävän ratkaisun piirtäminen voi olla mielekäs tapa selkeyttää pohdintoja, sen sijaan että ratkaisuihin esiintyy pelkästään matematiikan symbolikieltä. Kirjallinen kielentäminen matematiikassa voi olla niin monipuolista, että persoonallinen ja mielekäs tapa varmasti löytyy, kun sitä osaa etsiä.

Vaikka kirjallinen kielentäminen tuntuisi turhauttavalla, on sen harjoittaminen ainakin jossain määrin suositeltavaa. Siitä hyötyy usein, kun matematiikassa jatketaan yhä vaikeampiin asioihin (Joutsenlahti 2003, 9). Tällöin vanhoihin ratkaisuihin joutuu palaamaan uudestaan, ja kielentämisen vuoksi se on helpompaa (Joutsenlahti & Kulju 2010, 169). Yliopiston matematiikan kursseilla olen itse huomannut sekä suullisen että kirjallisen kielentämisen erittäin tärkeäksi osaksi matematiikan oppimista. Hankalatkin tehtävät usein aukeavat, kun pienen ryhmän kanssa vuoron perään kiennetään pohdintoja ja ajatuksen kulkua. Mitä haastavampi tehtävä on, sitä enemmän on turvauduttava kielentämään, ja etsimään ratkaisuja sitä kautta.

Oppilaan kouluvihoista matematiikan vihoissa on vähiten luonnollista kieltä, vaikka juuri se on kielen osa-alue, jonka avulla matematiikkaa pohditaan. Vaikka matemaattiset ratkaisut olisivat monimutkaisia, pitkiä ja haastavia, esitystapana on käytössä korostetun ytimekäs ja persoonaton ilmaisu. Kun käytössä on pelkkä

täsmällinen ja niukka matematiikan symbolikieli, ei oppilaan ajatusprosessi tule selkeästi esille. Mikäli ratkaisu on pitkälti väärin, ei oppilaan ajatuksesta saa välttämättä lainkaan kiinni. (Joutsenlahti 2003, 188.)

Tärkeä osa matematiikan oppimista on sen kokemuksellisuus: oppilas huomaa matematiikan yhteydessä todellisen ympäristön ja osaa liittää matematiikan asioita sinne. Myös jonkintasoisen kokonaiskuvan syntyminen matematiikan aiheista luo kokemuksellisuutta, samoin kuin eri aistein saatavat ”matematiikkakokemukset” (Portaankorva-Koivisto 2010, 273). Kokemuksiin ja matematiikkakuvan syntyyn vaaditaan kykyä perustella itselleen ja muille matematiikkaan liittyviä asioita. Voisi jopa sanoa, että matematiikka perustuu argumentointiin ja sen esittämiseen (Joutsenlahti & Kulju 2010, 164). Perustelujen esittämisessä kielentäminen on jälleen avainasemassa: hyvätkään perustelut eivät uppoa muille, mikäli niitä ei osaa kertoa ymmärrettävästi.

Perusteluja laatiessa ja muille niistä kertoessa tehtävien ratkaisija voi vapaasti liikkua neljän kielen mallin kielen välillä tarkoituksen mukaan (Joutsenlahti & Rättyä 2014, 51; Joutsenlahti 2003). Näin ollen ratkaisun muille esittäminen voi olla luonnollista kieltä, symbolikieltä, kuviokieltä tai taktiilista toiminnan kieltä. Eri tehtävissä neljän kielen mallista eri kieliä voi käyttää eri verran, ja opettajan johdolla näitä valintoja voidaan myös harjoitella (Joutsenlahti ja Rättyä 2014, 51).

Matemaattisen argumentaation ja kielentämisen sopiva määrä on paikasta riippuvainen (Tossavainen 2008, 234). Esimerkiksi haastavan ja moniosaisen sanallisen tehtävän yhteydessä oppilaan ei ole tarkoituksenmukaista kielentää sitä, miten laski yhteenlaskun $8+7$, vaan ratkaisu- ja ajatusprosessiaan esimerkiksi lausekkeen muodostamisessa. Sen sijaan kymmenylitystä harjoittelevien alkavien matemaatikkojen kohdalla kyseisen laskun kielentäminen olisi hyödyllistä, sillä kielentäessä ajatuksensa kymmenylityksestä oppilas oppii laskusta sekä omasta osaamisesta lisää.

Vaikka matemaattinen kielentäminen on oppilaille hankalaa (Joutsenlahti 2003, 188), on siinä jotain muihin kieliin verrattuna helppoakin. Matematiikan kielessä ei olla tarkkoja siitä, miten asiat olisi esitettävä, vaan tapoja on monia ja ”omat selitykset” yleensä oikein osuvia (Saarainen 2017, 20). Siinä missä muiden kielen kohdalla on oltava tarkkana täsmällisestä kirjoitusasusta ja kieliopista, ei matematiikan kielentämisessä ole merkitystä kuin sillä, että itse ja kuulijat/lukijat ymmärtävät. Ehkä juuri sen vuoksi matemaattinen kielentäminen on niin opettavaa.

Kielentämisen hyödyntäminen matematiikkakielen opettelussa on tärkeää, sillä matematiikkakielen opetteleminen on kuin vieraan kielen opettelua. Kuten muissakin kielissä, myös matematiikkakielessä on tietty erityissanasto, matemaattiset symbolit ja esitystapa. Vaikeutta tuovat myös ilmaisut, jotka tarkoittavat eri asioita suomenkielessä ja matematiikassa (Tossavainen 2008, 234). Esimerkiksi ”piiri” tai ”kertoa” tarkoittavat kyseisissä kielissä eri asioita, mistä voi aiheutua sekaannuksia. Tämän lisäksi matematiikan erityissanastossa on paljon sanoja ja ilmaisuja, jotka ovat ymmärrettävissä ainoastaan matematiikan kielen osaajalle (Tossavainen 2008, 234).

Kielentämällä harjoitellen matematiikan kielestä voi tulla osa luonnollista kieltä, jolloin kielentämisestä tulee yhä helpompaa, ja matematiikan kieli tulee paremmin haltuun. Tämän jälkeen matematiikassa kielentäminen on vaivatonta, ja muiden on helppo ymmärtää sitä. Kielentämisen harjoittelu ja siinä kehittyminen on tärkeää, sillä monien tutkimusten mukaan matematiikan opiskelijoiden suurimmat vaikeudet liittyvät matematiikan kielen kääntämisestä luonnolliselle kielelle ja päinvastoin sekä ratkaisujen esittämiseen, eikä varsinaisen ongelman ratkaisemiseen (mm. Moore 1994, weber 2002). Näin ollen matematiikan kielen kääntämistä luonnolliselle kielelle tulee harjoitella, jotta matemaattinen argumentointitaito kehittyy paremmalle tasolle.

Myös Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005-2012 (Metsämuuronen 2013) tukee ajatusta kielentämisen hyödyistä. Sen mukaan keskitasoa paremmat oppilaat hyötyvät enemmän siitä, kun oppilaat neuvovat toisiaan. Erilaisten ratkaisutapojen selittäminen (kielentäminen) auttaa taas keskitasoa heikompien oppimista. Pitkittäisarvioinnin mukaan kielentäminen oppimismetodinä sopii luokassa taitotasosta riippumatta kaikille. (Metsämuuronen 2013, 11.)

Käsitteellinen ymmärtäminen on tärkeä osa matematiikan oppimista. Se sisältää mm. matemaattisten käsitteiden ja menetelmien hallintaa, ja niiden yhteyksien ymmärtämistä. Tärkeä taito käsitteellisessä ymmärtämisessä on soveltaminen, sillä ulkoa opitut ja toistettavat menetelmät eivät sinällään ole käsitteellistä ymmärtämistä. Soveltamiseen ja yhteyksien hallintaan kielentäminen on oiva työkalu. Kun oppilas on oppinut uuden asian, osaa yhdistää sen aiemmin opittuun ja osaa selittää sen omin sanoin, osaa hän asian vielä vuosienkin päästä. Uuden asian ymmärtämiseen ei myöskään tarvitse tehdä yhtä paljon työtä, mikäli kielentämisen kautta soveltamisen

taito on hyvällä tasolla. Hieman kärjistäen voisikin sanoa, että mitä paremmin oppilas osaa kielentää vaikeitakin asioita, sitä paremmalla tasolla hänen käsitteellinen ymmärtäminen on. (Kilpatrick, Swafford & Findell 2001, 118-120.)

4.4 Kielentäminen ja sokeat

Kuten aiemmin on jo todettu, matematiikkakielen oppiminen ei ole yksinkertaista ja helppoa. Se on kuin uuden ja vieraan kielen opettelua, johon omat kokemukset ja havainnot ympäristöstä vaikuttavat. Jokaisen kohdalla nämä henkilökohtaiset havainnot ja niiden perusteella tehdyt päätelmät ovat erilaisia. Sokeilla nämä kokemukset esimerkiksi tietystä matemaattisesta käsitteestä ja arkipäivässä vastaan tulevat matematiikkaan liittyvät ärsykkeet voivat erota ratkaisevan paljon näkevien oppilaiden vastaavista kokemuksista (Csocsán ym. 2002, 41). Näin ollen oppilaiden oma kielentäminen nousee erityisen tärkeään rooliin siinä mielessä, että opettaja saisi mahdollisimman hyvän käsityksen siitä, millainen oppilaan ymmärrys käsitteestä on.

Mahdollisesti väärrien käsitysten korjaaminen olisi tärkeää tehdä mahdollisimman varhain, jotta väärät käsitykset eivät vakiinnu. Erityisen tärkeää tämä on sokeiden kohdalla, sillä asioiden ulkoa oppiminen on heille ominainen piirre uuden oppimisessa (Csocsán ym. 2002, 7). Mikäli jonkin käsitteen ”oppii” väärin, tulee siitä usein ulkoa opittua ”tietoa”, ja ymmärryksen muokkaamisesta tulee hankalaa. Kielentäminen on apu myös soveltamisen taitoa harjoitellessa: kielentämisen ollessa hankalaa, oppilas huomaa myös soveltamisen hankaluuden. Omin sanoin kielentäessä pelkästään yksittäisen käsitteen ulkoa opittujen ominaisuuksien hallinta ei riitä, ja käsitteen sisältöä on pohdittava uudelleen (mm. Saarainen 2017, 21-22). Kielentämisen johdosta opettajan on helppo havaita oppilaan osaamista. Tämän lisäksi hän voi havaita tiettyjä metodeja, joiden avulla kukin oppilas parhaiten oppii, ja miten opetusta tulisi mahdollisesti muokata.

Sokeilla oppilailla sopivimman laskutavan valitseminen on erityisen tärkeää (Csocsán ym. 2002, 59). Opettajan on oltava tietoinen siitä, miten oppilas on (oikeaan tai väärään) ratkaisunsa päätenyt, jotta tarkoituksenmukaisen laskutavan valitsemiseen voidaan ohjata. Päässälaskutaito sokeilla on tyypillisesti näkeviä parempi, ja laskiessa sitä käytetään paljon hyödyksi (Csocsán ym. 2002, 26). Sen vuoksi ilman kielentämistä opettajan on usein täysin mahdotonta päästä perille oppilaan

ratkaisumalleista ja päättelystä, sillä välivaiheiden näkyviin kirjoittamista ei yleensä ole tarkoituksenmukaista vaatia yhtä tarkasti kuin näkeviltä oppilailta, sillä kirjoittaminen on selvästi työläämpää (Csocsàn ym. 2002, 13). Kielentäminen lienee siis korvaamaton apu sokeille erityisen tärkeässä, laskutavan valitsemisen ohjaamisessa. Opettajan havaintojen ja parhaan laskutavan valitsemiseen ohjaamisen lisäksi kielentämien voi antaa samassa asiassa paljon apua ilman että opettaja toimii välikätenä: sokeiden voi olla paljon helpompi ymmärtää asioita toisen sokean kertomana, sillä kokemusmaailma ja aistihavainnot ovat lähempänä toisiaan.

Osalla tutkimukseen osallistuneilla sokeilla oppilailla matematiikan opinnot oli yksilöllistetty. Kyseisessä ryhmässä matematiikka oli oppiaineista eniten yksilöllistetty sen hankaluuden vuoksi. Myös muualla on todettu, että sokeilla erityisesti matematiikka (ja geometria) on hankala oppiaine oppia ja hahmottaa (mm. Csocsàn ym. 2002; Hännikäinen 2006). Tästä huolimatta, tai ehkä juuri sen vuoksi, kielentäminen sopii hyvin myös sokeiden matematiikan opiskeluun. Kielentämisestä on todettu olevan apua myös niille, joilla on matematiikassa oppimisvaikeuksia (mm. Kramer 2012, 45-48). Näin ollen kielentämisestä on saatavissa paljon apua sokeiden matematiikan opiskeluun.

Täysin samalla lailla kielentäminen ei kuitenkaan sokeille oppilaille luonnistu. Suurin ero tulee kirjallisen kielentämisen kohdalla. Siinä missä näkevät oppilaat voivat kielentää ajatteluaan matematiikan vihkoon esimerkiksi luonnollisella- ja kuviokielellä, ei se sokeiden kohdalla ole luonteva/tarkoituksenmukainen tapa kielentää (Csocsàn ym. 2002, 43). Ajattelun kirjallinen kielentäminen on suhteessa selvästi hitaampaa, ja jo kirjoitusvälineiden esiin ottaminen ja kirjoittamaan ryhtyminen voi viedä sen verran aikaa, että kielennettävät ajatukset ovat ehtineet jo unohtua. Kirjallisen kielentämisen mahtuminen vihkoon on sitten asia erikseen. Toki itselle lyhyitä muistiinpanoja ajatuksista voi laskujen yhteyteen kirjoittaa, mutta isommissa määrin kirjallinen kielentäminen on turhan työlästä. Näin ollen sokeiden kohdalla suulliseen (dialogiseen) kielentämiseen panostaminen on ensisijaista.

Kun suullinen kielentäminen on ehdottomasti tärkeämmässä roolissa kuin kirjallinen kielentäminen, on luokan hengen oltava tässäkin mielessä kohdillaan. Sokeiden tulisi kielentää ääneen paljon käsityksiä opittavista aiheista. Jotta ajatuksia uskaltaa kertoa ja keskittymisen voi suunnata itse asiaan eikä siihen mitä muut

ajattelevat, on luokassa oltava luvussa 4.1 esitelty (Sahlberg, 1995, 51-52) positiivisen yhteistoiminnallisuuden ilmapiiri. Mikäli oppimiseen liittyy toisten kanssa kilpaileminen, ei kielentäminen pääse oikeuksiinsa, eikä kirjalliseen kielentämiseen ”siirtyminen” käy yhtä helposti kuin näkevien oppilaiden kohdalla.

4.5 Kielentäminen opetussuunnitelman perusteissa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 (jäljempänä POPS) on useita matematiikassa kielentämiseen kehottavia kohtia. Heti ensimmäisten kouluvuosien aikana tavoitteena on, että ”opetus kehittää oppilaiden kykyä ilmaista matemaattista ajatteluaan konkreettisin välinein, suullisesti, kirjallisesti ja piirtäen sekä tulkiten kuvia” (POPS 2014, 128). 1-2 luokkien kohdalla matematiikan kohdalla mainitaan yhtenä tavoitteena myös viestintä-, vuorovaikutus ja yhteistyötaitojen kehittäminen (POPS 2014, 128), ja kielentäminen luonnistuu mainiosti näihin tavoitteisiin pyrkimiseen. Kielentämiseen matematiikassa kehoitetaan POPS:ssa siis jo heti ensimmäisten kouluvuosien aikana, ja sen tulisi jatkua yhdeksännelle luokalle saakka: 7-9 -luokkien kohdalla tavoitteena on kannustaa oppilaita harjaantumaan täsmällisessä matemaattisessa ilmaisussa (POPS 2014, 374).

Kuten aiemmin on mainittu, kielentämisen avulla saadun ratkaisun järkevyyttä on helpompi arvioida. Näin ollen kielentäminen vastaa myös POPS:ssa mainittuun tavoitteeseen kehittää oppilaan taitoa arvioida ratkaisun järkevyyttä ja tuloksen mielekkyyttä (POPS 2014, 235). Myös vastausten perustelemiseen liittyviä kohtia on POPS:ssa paljon, ja perustelemisessa kielentämisellä on suuri rooli. POPS:ssa mm. kehoitetaan ohjaamaan ja kannustamaan oppilasta ”esittelemään päättelyään ja ratkaisujaan muille konkreettisin välinein, piirroksin, suullisesti ja kirjallisesti” (POPS 2014, 235). Tavoitteena on myös oppia keskustelemaan omista ratkaisuksista sekä vaihtoehtoisista ratkaisutavoista muiden oppilaiden kanssa samalla yhteistyötaitoja kehittäen (POPS 2014, 374, 234). Lisäksi matemaattisen tekstin tulkitseminen ja tuottaminen on tavoitteena (POPS 2014, 375).

Yllä on esimerkkimielessä esitetty vain pieni osa matemaattiseen kielentämiseen viittaavista kohdista POPS:ssa. Tämä sekä tarkempi POPS:an

tutustuminen osoittavat, että matemaattisella kielentämisellä on yhä vahvempi paikka POPS:ssa. Kielentämisen hyödyt matematiikan oppimisessa ovat todella moninaiset.

5 OPPIMISPELEISTÄ

Tässä tutkimuksessa oppimispelien teoriaa ei avata syvällisesti. Tässä luvussa käydään kuitenkin lyhyesti muutamia asioita oppimispeleihin liittyen, sillä aineistonkeruu perustui kahden oppimispelin peluuttamiseen ja pelaamiseen. Vaikka kyseiset pelit eivät olleet valmiita pelejä, vaan ne oli tätä tarkoitusta varten luotu, ei tarkoituksenani ollut selvittää pelien toimivuutta ja sitä kautta kehittää niitä eteenpäin. Näin ollen tutkimuksessa ei kiinnitetä huomiota pelimekaniikkaan ja niiden tarkempaan toimivuuteen.

Pelien pelaaminen on vapaaehtoista toimintaa, jonka parissa viihdytään pitkiä aikoja usein koukuttuneena. Viihtyminen perustuu sopivilla haasteilla ja mielenkiintoisella ympäristöllä motivointiin, sekä pelaajan toimista peliltä saatavaan palautteeseen. Tätä pelien motivoivaa piirrettä voidaan käyttää hyväksi myös oppimistarkoituksessa, jolloin viihtymisen lisäksi suora tavoite on myös hyötyä pelaamisesta oppimisen merkeissä. (Saarenpää 2009.)

Oppimispeleiksi mielletään pelit, jotka ovat suunniteltu opettamaan. Opittavat tiedot ja taidot voivat olla käytännössä mitä vain. Oppimispelejä voidaan käyttää sekä koulussa että kotona. Pelissä viihtyminen on tärkeässä osassa, mutta pääasiallinen tarkoitus on oppimisen tukeminen. Viihdetarkoitukseen tehdyistä peleistä oppimispelit eroavat siinä, että niihin on sisällytetty opetettava asia. Koulun tarkoitukseen olevissa oppimispeleissä opittavat asiat tulevat yleensä suoraan opetussuunnitelmasta. Usein peliin upotettu oppimistavoite on integroitu peliin melko pinnallisesti, jolloin pelin viihteellisyys kärsii. Opittava sisältö erottaa oppimispelit muista peleistä, mutta oma peligenrensä ne eivät kuitenkaan ole, perustuen aina johonkin toiseen peligenreen. (Saarenpää 2009.)

Varsinaisia oppimispeleiksi kutsuttavia pelejä on pelattu 1970-luvulta lähtien, mutta kunnolla oppimispelit tulivat yleisopetukseen vasta hieman ennen vuosituhaten vaihdetta. Ensimmäiset oppimispelit olivat ns. harjaannuttamispelejä, eli pelejä, joissa opittavaa asiaa sisäistetään toistojen kautta. Laajemman oppimisympäristön luovat sen sijaan simulaatio- ja strategiapelit. Laajempi ja monipuolisempi oppimisympäristö tekee pelistä usein mielekkäämmän.

Yksinkertaisemmat harjaannuttamispelien hyötyjä on mm. sen helppous ottaa peli opetukseen mukaan. (Saarenpää 2009.)

Pyrittäessä syvälliseen oppimiseen pelkkä tiedon syöttäminen oppilaaseen ei riitä. Pelit tuovatkin hyvän välineen aktiiviseen ja itse muodostettuun oppimiseen, sillä pelit vaativat aktiivisuutta ja omaa pohdintaa jatkuvasti. Lisäksi pelin kautta motivaatio perinteisempään oppimiseen voi kasvaa, sillä pelien avulla oppilaalle voi ilmetä opittavan asian tärkeys, kun sitä tulee käytettyä koulumaailman ulkopuolella olevassa (keinotekoisessa) ympäristössä. (Saarenpää 2009.)

6 TUTKIMUSPROSESSI

Tässä luvussa kerrotaan tutkimuksen etenemisestä. Luvussa 6.1 esitetään tutkimuksen kohderyhmä. Lisäksi luvussa avataan aineistonkeruumenetelmää, ja kerrotaan aineistonkeruusta oleelliset seikat. Aineiston analyysia avataan luvussa 6.2. Luvun 6 lopuksi pohdinnan alla ovat tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus.

Tutkimuskysymykset muotoutuivat seuraaviksi:

1. Miten/millä tavoin sokeat peruskoululaiset osaavat kielentää matemaattisia ja erityisesti geometrian käsitteitä?
2. Mitä sokeille tyypillisiä erityispiirteitä esiintyy kielentämisessä?
3. Miten sokeat peruskoululaiset ymmärtävät pinta-alan käsitteen? Miten suorakulmioiden pinta-alaan liittyvä yksinkertainen oppimispeli auttaa käsitteen ymmärtämisessä?

6.1 Aineistonkeruu ja kohderyhmä

Kuten aiemmin on jo todettu, sokeiden peruskouluikäisten oppilaiden joukko on hyvin heterogeeninen. Vaikka jotakin yhtäläisyyksiä ja tiettyjä erityispiirteitä sokeiden opinnoissa voidaankin havaita, on jokaisella omat tyylinsä, taitonsa ja vaikeutensa myös matematiikan ja geometrian opinnoissa. Näin ollen kvalitatiivista tutkimusta tehdessä tuloksia ja johtopäätöksiä ei voi tehdä koskemaan koko tätä joukkoa, eikä se myöskään tässä tutkimuksessa ole tarkoituksena. Ryhmän heterogeenisuus ohjasi kuitenkin siihen, että kohderyhmäksi valikoitui kymmenkunta peruskouluikäistä sokeaa esimerkiksi yhden tai kahden sijasta. Tällä valinnalla pyrittiin siihen, että aineistoa kerätessä tutkimukseen osallistuisi eritasoisia ja eri tavoin matemaattisia sisältöjä ymmärtäviä oppilaita.

Aineistonkeruussa tutkimukseen osallistui 11 oppilasta. Ikähaarukka oli melko suuri, sillä nuorimmat olivat kolmannella luokalla, vanhimmat yhdeksännellä. Suuret ikäerot hankaloittivat aineistonkeruuta, sillä peluutetut pelit tuli muokata nopealla aikataululla tietyille ryhmälle sopiviksi. Tämä kuitenkin onnistui hyvin, ja eri

vaikeustasojen luominen oli hyödyksi myös siinä mielessä, että taitotasoerot olivat suuria myös samalla luokka-asteella olevilla.

Aineistonkeruu tapahtui Jyväskylän sokeiden koululla. Sokeiden koulu oli sopiva ympäristö kerätä aineistoa monesta syystä. Ensinnäkin, tämä koulu oli ainoa paikka Suomessa, jossa paikalla olisi useita sokeita peruskouluikäisiä oppilaita. Jo tämä seikka puolsi sokeiden koulua aineistonkeruupaikaksi niin vahvasti, että se yksinään olisi jo riittänyt valintaan. Tämän lisäksi hyötyjä tutkimuksen kannalta oli muitakin. Koen, että tässä luvussa jäljempänä esitellyt geometriaan liittyvät pelit toimivat paremmin ja luonnollisemmin, kun *kaikki* yhdellä kertaa peliin osallistuneet olivat sokeita tai vahvasti heikkonäköisiä. Näin ollen sokeiden ei kielentäessä tarvinnut miettiä, miten näkevät saattavat joitain asioita ajatella eri lailla kuin selittäjä itse. Sen sijaan tarkoitus oli, että pelaaja saa kertoa asioita juuri niin kuin hän itse ajattelee – itselle luonnollisin keinoin.

Tutkimuksen kannalta hyvä seikka oli myös se, että noin puolet tutkimukseen osallistuneista oppilaista opiskeli vakituisesti sokeiden koululla, kun taas puolet oli lähikoulussa eri paikkakunnalla opiskelevia ja aineistonkeruuviikon aikana viikon mittaisella tukijaksolla kyseisellä koululla olevia. Niinpä kielentäjiä oli kahdesta selvästi erilaisesta ympäristöstä, sillä tukijaksolaiset opiskelevat pääsääntöisesti lähikoulussaan näkevien oppilaiden kanssa, kun taas vakituisesti sokeiden koululla opiskelevilla on ympärillään jatkuvasti muita sokeita. Nämä erot saattavat näkyä oppilaan työskentelyssä ja kielentämisessä, sekä siinä, että opetustavat ja ”kielentämisen kulttuuri” ovat voineet olla erilaiset vain sokeiden kanssa työskentelevillä opettajilla ja pääosin näkeviä opettavilla. Kielentämisessä on aina omat haasteensa, ja näissä ympäristöissä kielentämisen käytännön toteuttamisessa on hyvin erilaiset haasteet. Kun kirjallinen kielentäminen ei sen hitauden vuoksi ole tarkoituksenmukaista sokeilla, jäljelle jää suullinen kielentäminen. Lähikouluissa opiskelevilla sokeilla haasteena kielentämisessä voi olla se, että näkevät oppilaat voivat ymmärtää ja sitä myöden kielentää asioita eri näkökulmasta. Näin ollen muiden kuunteleminen ja kommentointi (osa kielentämistä) voi olla hankalampaa. Sen sijaan Jyväskylän sokeiden koululla hankaluutta matemaattiseen kielentämiseen tuo isot ikä- ja taitotasoerot, sillä lähes jokaisella on oma työskentelytahtinsa, eivätkä oppilaat työstä samoja aiheita samaan aikaan. Tässä tutkimuksessa ei paneuduttu tarkemmin tutkimaan niitä eroja, mitä lähikouluissa ja sokeiden koulussa olevilla oppilailla kielentämiseen liittyen on. Siitä

huolimatta tutkimuksen kannalta oli hyvä, että tutkimukseen osallistui molemmissa ympäristöissä opiskelevia.

Aineistonkeruu tapahtui kahta eri geometriaan liittyvää matematiikkapeliä peluuttaen. Pelit olivat yksinkertaisia, jotta keskittyminen ei suuntautuisi pääosin sääntöjen muistamiseen, vaan pelin kautta matemaattiseen kielentämiseen. Ensimmäisessä pelissä oppilaiden tuli lukea pistekirjoituksella matematiikkaan liittyvä käsite, ja tämän jälkeen kyseistä sanaa sanomatta selittää se muulle ryhmälle. Näin ollen pisteitä kerätäkseen oppilaiden tuli kielentää lukemiaan käsitteitä mahdollisimman selkeästi ja nopeasti, jotta muut ryhmän jäsenet pystyivät sanoja arvaamaan. Peli-idea oli hyvin yksinkertainen, eikä säännöt aiheuttaneet turhaa hämminkiä. Pelissä koko ryhmä (4-5 oppilasta) pyrki kielentämään ja arvaamaan mahdollisimman monta käsitettä tietyn ajan sisällä. Tällä pyrittiin siihen, että koko porukka teki yhteistyötä, jotta toisten kanssa kilpaileminen ei tässä vienyt huomiota, vaan keskittymisen pystyi suuntaamaan kielentämiseen ja arvaamiseen. Ajan ottaminen toi oman mausteensa peliin, sillä kun aika kului, ei oppilas voinut miettiä tarkasti, miten jokin asia olisi esitettävä matemaattisesti oikein, vaan hän sai kielentää asiaa niin kuin hän itse sen ymmärtää ja osaa sanallisesti selittää.

Toisessa pelissä keskiössä oli pinta-alan käsite. Oppilaiden tuli muodostaa multilink -palikoista annetun ohjeen (sattumanvarainen pelikortti, jossa luku pistekirjoituksella) mukaisesti pinta-alaltaan tietyn kokoisia suorakulmaisia laattoja. Korteissa oli painotettu pinta-aloja, jotka sai muodostettua suorakulmioiksi usealla eri tavalla. Esimerkiksi määrätyn pinta-alan 24 oppilas pystyi muodostamaan rakentamalla palikoista 4×6 , 3×8 , 2×12 tai jopa 1×24 kokoisen laatan. Pelin taustalla oli kaksi asiaa: yksinkertaisuus ja tunnusteltavuus. Jo ennen aineistonkeruuta oli tiedossa, että pinta-alan käsite on usealle oppilaalle vielä haastava, eikä sitä oltu sisäistetty vielä täysin. Niinpä sokeiden koulun puolelta toivottiin, että pinta-aloihin liittyvä peli olisi mahdollisimman yksinkertainen ja helppo. Toisekseen, sokeiden kohdalla tunnustelu ja käsillä tekeminen on suuressa osassa oppimista. Niinpä pinta-aloja pyrittiin muodostamaan konkreettisesti, ajatustyön lisäksi. Yleiset multilink- palikat sopivat tähän tarkoitukseen erinomaisesti, sillä palikat ovat keskenään (lähes) samanlaisia, ja jokaisessa yksittäisessä palikassa on tunnusteltavissa jokaisella tahkolla joko kolo tai ”uloke”. Yksinkertaiset ja helposti toisiinsa kiinnittyvät ja tunnustelemalla tunnistettavat kappaleet soveltuivat peliin mainiosti. Pelin toisessa vaiheessa tarkoituksena oli

muodostaa ”satalaatta”, eli neliö, jonka sivujen pituudet ovat 10 palikkaa. Tähän tavoitteeseen pyrkiessä oli mietittävä, miten annetun pinta-alan muodostaa, jotta yksittäisistä pienemmistä laatoista saisi tietyn kokoisen isomman laatan muodostettua. Aineistoa kerätessä tähän toiseen vaiheeseen saakka ei päästy, sillä se osoittautui vaativuudellaan liian aikaa vieväksi. Joka tapauksessa jokainen oppilas pääsi itse miettimään ja muodostamaan kymmeniä pinta-aloja, ja käsitteen oppimisessa edistytettiin. Tästä ja muista tutkimustuloksista lisää luvuissa 7 ja 8.

Aineistonkeruumenetelmäksi valikoitui pelien peluuttaminen, jotta paine oikeista ja vääristä vastauksista ei olisi yhtä suuri kuin haastattelutilanteessa. Tilanne oli oppilaille myös luonnollisempi, kun he saivat pelata pelejä tuttujen luokkatovereiden tai aiemmilta vuosilta tuttujen tukijaksolaisten kanssa. Keskittyminen pyrittiin suuntaamaan pelissä kerättäviin pisteisiin ja rakenteluun, sen sijaan että pohdittaisiin mitä muut oppilaat tai opettajat/haastattelijat ajattelee omasta vastauksesta.

Molempien pelien pelaaminen kuvattiin. Näin ollen aineistoa analysoidessa käytössä oli sekä ääni että kuva. Kielentämistä tukiessa toki pelkällä äänelläkin olisi pärjännyt pitkälle, mutta sokeat käyttävät käsiä niin paljon hyödykseen asioita pohtiessa, että myös kuvan taltioiminen koettiin järkeväksi. Etenkin pinta-alaan liittyvässä pelissä kuvamateriaali oli erityisen hyödyllinen analyysivaiheessa. Yhtä peliä oli kerrallaan pelaamassa 4-5 oppilasta, eikä päällekkäin puhumista ollut juuri lainkaan. Myös kaikkien tilanteessa olleiden käsien työskentely tallentui kuvalle.

Pelejä pelattaessa mukana oli myös oppilaille tuttuja ohjaajia auttamassa, kun tähän oli tarvetta. Apua tarvittiin esimerkiksi pistekirjoituksen kanssa, sillä kaikilla se ei ollut vielä kovin hyvin hallussa. Sanojen selittämiseen ja pinta-alojen pohtimiseen apua ei kuitenkaan tarvinnut kuin erittäin harvoin. Pelien lomassa ja pelitilanteen jälkeen oppilaille esitettiin muutamia tarkentavia kysymyksiä tilanteen mukaan. Varsinaisia haastattelukysymyksiä ei ollut, mutta jos oppilas itse alkoi kertomaan jostain matematiikkaan liittyvästä hankalasta asiasta, kysyttiin siitä mahdollisuuksien mukaan tarkentavia kysymyksiä.

Näin ollen aineistonkeruu muodostui pääosin kahden yksinkertaisen matematiikkaan ja erityisesti geometriaan liittyvän pelien pelaamiseen ja kuvaamiseen, sekä pieniltä osin esitettyihin lisäkysymyksiin.

6.2 Sisällönanalyysi

Kvalitatiivisen tutkimuksen haastavimpiin ja samalla tärkeimpiin vaiheisiin kuuluva analyysivaihe on tutkimustulosten kannalta avainasemassa (Hirsjärvi ym. 2004, 209). Niinpä aineiston litteroinnin jälkeen tapahtunut teemoittelu oli tehtävä huolella, samalla teoriaan peilaten. Jotta tutkimus tuloksineen olisi eheä ja luotettava kokonaisuus, on aineistoa peilattava teoriaan teemoittelua ja analyysia tehdessä. Mikäli teoria ja aineisto olisivat kokonaan irrallisia tutkimuksen osioita, tulokset jäisivät erillisiksi sitaateiksi, jolloin tutkimustulosten luotettavuus kärsisi. (Tuomi ja Sarajärvi 2003, 175.)

Teemoittelun pohjana analyysivaiheessa oli tutkimuksen alkupuolella esitetty teoriapohja. Teorian pohjalta teemoittelua pystyttiin rakentamaan teoria huomioiden niin, että aineiston analyysin avulla saataisiin mahdollisimman kattavia tuloksia tutkimuskysymyksiin. Tarkasteltavia teemoja syntyi paljon mm. sokeiden matematiikan opinnoissa tyypillisesti esiintyvistä seikoista. Näistä teoriassa esitetyistä asioista tarkemmin pystyttiin perehtymään niihin aiheisiin, jotka aineistossa toistuivat useampaan otteeseen. Litteroinnissa ja sitä kautta teemoittelussa pyrittiin ottamaan huomioon sekä ääneen kielennetty aineisto, että oppilaiden käsillä esittämät asiat.

Teemoittelussa avainasemassa oli samojen teemojen tarkastelu eri näkökulmista. Kun koko aineisto oli teemoiteltu haluttujen teemojen alle, tehtiin teemoittelu vielä uudelleen pienemmissä paloissa. Samoja teemoja tarkasteltiin tekemällä sama teemoittelu esimerkiksi tietyn ikäisiltä kerätystä aineistosta. Samalla lailla teemoiteltiin esimerkiksi tiettyyn matemaattiseen käsitteeseen liittyvä aineisto, sekä jokaisen tutkimukseen osallistuneen oppilaan kertoma. Tällä useaan palaan jaetulla teemoittelulla haluttiin varmistaa, että esimerkiksi eri taitotasot ja oppimisympäristöt tuli otettua huomioon. Useaan osaan jaotellulla teemoittelulla saatiin myös tietoa siihen, *miten saman oppilaan tai saman käsitteen* kielentäminen onnistui ja mitä tyypillisiä piirteitä niihin liittyi. Moninkertaisella teemoittelulla haluttiin siis sekä välttää vääristyneitä tuloksia sekä löytää tarkempaa tietoa joistakin asioista.

Teemoittelussa aineistosta nousi esille monia tutkimuskysymysten kannalta merkittäviä asioita, kuten geometrian hankaluus sekä tunnustelun merkitys. Näistä lisää luvuissa 7 ja 8.

6.3 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuksen eettisyyden ja tulosten luotettavuuden kannalta on tärkeää, että tutkimus noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä. Tämä tavoite oli myös tässä tutkimuksessa läsnä alusta loppuun. Tärkeä osa tutkimuksen eettisyyttä on, että tutkimukseen osallistuneiden anonymiteetti säilyy tutkimuksen ajan sekä sen jälkeen. Tutkimukseen osallistuneille oppilaille ja heidän huoltajilleen lähetettiin hyvissä ajoin ennen aineistonkeruuta tarvittavat tiedot tutkimukseen liittyen. Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden huoltajalta oli kirjallinen lupa siihen, että heidän lapsensa sai tutkimukseen osallistua. Aineistonkeruupäivänä jokaiselta oppilaalta kysyttiin vielä erikseen suostumus pelitilanteiden kuvaamiseen. Osallistuneilla oli myös tieto siitä, että mikäli kesken pelaamisen halusi poistua tilanteesta ja olla osallistumatta tutkimukseen, oli se mahdollista ilman minkäänlaisia seuraamuksia. Sekä oppilaille että huoltajille vakuutettiin ennen tutkimukseen osallistumista, että mitään henkilökohtaisia tietoja osallistuvista ei liitetä tutkimukseen, eivätkä ne ole ulkopuolisille lainkaan saatavilla. Tarkempia tietoja osallistuneista ei tutkimuksessa tarvinnut, joten tutkijallekin tuli tieto ainoastaan osallistuneiden luokka-asteesta sekä etunimestä. Sukunimi ei tullut edes tutkijan tietoon, ja etunimenkin osallistujat saivat tutkimuksen ajaksi keksiä, mikäli näki sille tarvetta ja itsensä siitä aineistonkeruun aikana tunnisti.

Aineistonkeruun aikana monet pienet seikat ovat voineet vaikuttaa oppilaiden antamiin selityksiin ja vastauksiin. Esimerkiksi aineistonkeruun perustuttua pelitilanteeseen, saattoi aikaa vastaan pelaaminen vaikuttaa vastauksiin, jos oppilaat kiirehtivät selittäessään paljon. Aineistoa analysoidessa vaikutti kuitenkin siltä, että merkittävää kiirehtimistä ei tilanteissa ollut. Tämä on kuitenkin huomioitava tuloksia tarkastellessa. Samalla lailla tilanteissa mahdollisesti esiintynyt jännitys mahdollisesti vaikutti vastauksiin jonkin verran. Tutkimustilanne on lähes aina jollain lailla jännittävä (ja uusi) tilanne, joten jännittäminen on myös syytä muistaa aineistoa ja tuloksia tutkittaessa. Aineistoa litteroidessa ja analysoidessa jännittäminen ei kuitenkaan merkittävästi tullut esiin.

Tutkimuksen tulosten luotettavuuteen vaikuttava seikka on myös mahdollinen monivammaisuus. Kuten luvussa 2.1 esitettiin, näkövammaisista noin viidenneksen arvioidaan olevan monivammaisia (Malinen 1997, 10). Näin ollen pelkän matemaattisen todennäköisyyden mukaan on melko todennäköistä, että tutkimukseen

osallistuneista jollakin/joillakin on näkövamman lisäksi muita mahdollisesti oppimiseen vaikuttavia vammoja. Monivammaisuuteen ei tutkimuksessa perehdytty, *eikä tutkijalla ollut missään vaiheessa tutkimusta tietoa mahdollisesta monivammaisuudesta*. Monivammaisuus ei tutkimuksen kannalta ole avainasemassa, mutta tämäkin seikka on syytä huomioida tuloksia tarkastellessa.

Luvussa 7 esitettyjen tutkimustulosten lomassa esitetään melko kattavasti sitaatteja aineistosta. Tällä on haluttu varmistua siitä, että lukijalla on mahdollista luoda myös omia havaintoja ja päätelmiä aineistosta. Tämä nähtiin hyväksi ratkaisuksi, sillä täydelliseen objektiivisuuteen laadullista tutkimusta tehdessä on lähes mahdotonta päästä. Näin ollen kvalitatiivinen tutkimus on aina jossain määrin subjektiivista, vaikka tutkija pyrkiikin objektiivisuuteen. Tämän vuoksi lukijan mahdollisuus myös omien päätelmien tekoon koettiin järkeväksi.

7 TUTKIMUKSEN TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

Tutkimuksessa etsittiin vastaksia kolmeen tutkimuskysymykseen. Kaksi ensimmäistä tutkimuskysymystä liittyi matemaattisten ja erityisesti geometrian käsitteiden kielentämiseen. Kolmas tutkimuskysymys käsitteli tarkemmin yhtä geometriaan liittyvän käsitettä, pinta-alaa. Tutkimuskysymyksiin löydettyjä vastauksia esitellään luvuissa 7.1 ja 7.2. Luvussa 7.1 esitellään kielentämiseen liittyneiden tutkimuskysymyksen vastauksia. Tulosten tukena on runsaasti lainauksia aineistosta, sillä aineistossa esiintyvät oppilaiden vastaukset ovat hyviä kuvaamaan analyysistä löydettyjä vastaksia. Luvussa 7.2 käsitellään pinta-alan oppimista sekä kyseiseen käsitteeseen liittyvän oppimispelin toimivuutta.

7.1 Sokeat ja matemaattisten käsitteiden kielentäminen

Kaksi ensimmäistä tutkimuskysymystä muodostuivat seuraaviksi:

1. Miten/millä tavoin sokeat peruskoululaiset osaavat kielentää matemaattisia ja erityisesti geometrian käsitteitä?
2. Mitä sokeille tyypillisiä erityispiirteitä esiintyy kielentämisessä?

Tämän tutkimuksen aineistonkeruussa kielentämisellä tarkoitettiin asioiden esittämistä ”omin sanoin” luonnollisella kielellä. Käytössä oli ainoastaan suullinen kielentäminen, eikä vastauksia voinut pelitilanteen vuoksi muokata mielessään pitkään, vaan käsitteitä oli alettava kielentämään lähes heti käsitteen luettuaan. Näin ollen tuloksia tarkastellessa on muistettava, että esimerkiksi geometrysten kuvioiden tai muotojen selittämisessä luvussa 4.2 esitetystä neljän kielen mallin kielistä käytössä oli ainoastaan luonnollinen kieli. Näin ollen sokeiden matematiikan opinnoissa usein mukana oleva taktiilisen toiminnankieli ei ollut käytössä. Sama tilanne oli myös kuviokielellä. Matemaattisen symbolikielen käyttäminen oli myös hyvin rajallista, sillä symbolien piirtämistä ei voinut käyttää apuna, mutta toki käsitteen selittäminen luonnollisella kielellä symbolien selittämisen kautta oli mahdollista.

Tutkimuskysymys asetettiin tarkastelemaan nimenomaan kielentämistä. Tästä huolimatta tutkimustuloksista on samalla pääteltävissä matematiikan ja geometrian osa-alueiden osaamisesta, sillä kielentäminen tuo esiin oppilaan todellista osaamistasoa (Joutsenlahti & Kulju 2010, 170; Saarainen 2017, 21-22.). Suoria johtopäätöksiä ei voida kuitenkaan vetää, sillä selittäessä käytössä oli ainoastaan luonnollinen kieli. Tutkimustulokset onkin esitetty kielentämisen näkökulmasta, eikä tarkoituksena ole vetää suoria johtopäätöksiä matematiikan osaamiseen tutkittavien kohdalla.

Luvuissa 7.1.1, 7.1.2 ja 7.1.3 esitetään sitaatteja aineistosta ensin taulukkomuodossa, jotta heti luvun aluksi saa käsityksen siitä, minkä tyyppisiä selityksiä oppilaat antoivat. Taulukoissa ensimmäisessä sarakkeessa on selitettävä käsite, ja sitaatit kyseisen käsitteen selityksistä samalla rivillä omissa lokeroissaan. Joidenkin käsitteiden kohdalla sitaatteja on kaksi, joidenkin yksi. Tämä johtuu siitä, että osaa käsitteistä oppilaat eivät ehtineet selittää useampaan kertaa. Taulukossa nähtävät ”selitys 1” ja ”selitys 2” ovat kahden eri oppilaan selityksiä samasta käsitteestä. Tietyn oppilaan selityksen perään on merkattu esim. op1 tarkoittamaan oppilasta 1, op2 oppilasta 2 jne. Taulukoissa esiintyvä tähtimerkki * osoittaa, että käsite oli siinä kohtaa arvattu oikein, ja selitys sen vuoksi loppunut ”kesken”. Suluissa olevat kohdat ovat tutkijan selvennyksiä, eli ne eivät kuulu varsinaiseen selitykseen.

Muutamissa selityksissä selittäjä mainitsi osan selitettävästä sanasta, mikä ei sääntöjen mukaan ollut sallittua. Tähän virheeseen ei kuitenkaan puututtu, sillä se ei tutkimuksen (eikä pelin) kannalta ollut merkittävää, vaan olisi vain turhaan katkaissut kielentämisen.

7.1.1 Laskutoimitukset oikein

Taulukossa 1 on koottuna sellaisia käsitteitä ja selityksiä, joiden kielentäminen sujui vaivattomasti ja pääosin (matemaattisesti) oikein. Analyysi paljasti näissä oikein kielennetyissä käsitteissä selviä yhteyksiä. Selvimpänä yhdistävänä tekijänä oli peruslaskutoimitukset, eli yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskut. Näiden kielentäminen onnistui toistuvasti helposti ja oikein. Kyseisten käsitteiden kohdalla oppilaat eivät joutuneet miettimään kielentämistä yhtä paljon, kuin pelin käsitteissä keskimäärin. Myös käsitteiden arvaaminen sujui hyvin, kaikkien peruslaskutoimitusten tullessa oikein arvatuiksi.

Taulukko 1. Oikein kielennettyjä käsitteitä.

Selitettävä käsite	selitys 1	selitys 2
Yhteenlasku	Sellanen laskutapa, jossa sä lisäät johonki lukuun jonku toisen. * (op5)	Se on helpoin laskumuoto ku plussaat * (op 8)
Kertolasku	Se on sellanen jossa sä niin kun lasket sillain et kuinka monta kertaa joku * (op8)	Ei oo se plussa eikä miinus ku siinä pitää käyttää niitä mitä on helppo muistaa ulkoo* (op3)
Jakolasku	No tota tää on vähän niin kun sen äskösen (kertolasku) vastakohta. (op8)	
Vähennyslasku	Sä lasket silleen et sä laitat miinuksen niiden numeroiden väliin ja otat pois sen * (op9)	Ku lasket sillee et miinustat* (op1)
Murtoluku	Se on sellanen että siin on vaikka yks neljäsosa tai kaks neljäsosaa.*(op5)	Ne on niit ihme osia jostai et vaikka jotain kymmenenosaa tai sillee* (op3)
Ympyrä	Tää on niinkun yks tällänen muoto, se on sellanen (arvaus: kolmio), melekein mut ei... * (op2)	
Neliö	Liittyy matikkaan, geometriaan ja muotoihin. (arvaus: muoto, kulma). Itseasiassa tosi lähellä, ei ihan, mut emmä osaa sanoo... *(op5)	
Mitata	Tätä käytetään usein matikassa kun katotaan vaikka just sitä pinta-alaa. (arvaus: viivotin). Mitä sillä viivottimella tehdään?*(op8)	

Peruslaskutoimitusten kielentämisessä sekä sisältöön että toimintaan liittyvät asiat onnistuttiin selittämään hyvin. Oikean matemaattisen sisällön kielentäminen näkyy taulukossa 1 peruslaskutoimitusten kohdalla selitysten 1 kohdalla. Esimerkiksi yhteenlaskua kielentäessä selittäjä kertoi, että lukuun *lisätään* jokin toinen luku, vähennyslaskun kohdalla taas selityksen mukaan jotain *otetaan pois*. Sisällön hallitseminen ja sen kielentäminen näkyy myös jakolaskun kohdalla. Jakolaskua

selittäjä (selitys 1) on kielentänyt kertolaskun vastakohtana, mikä on oivallisesti kielennetty – onhan jakolasku kertolaskun käänteislaskutoimitus.

Peruslaskutoimituksia sekä yksinkertaisia kuvioita kielennettiin sisällön lisäksi myös toiminnan kautta. Esimerkiksi vähennyslaskua kielennettiin (selitys 2) kertomalla toiminnasta, ”*ku lasket silleen et miinustat*”. Myös mittaamista kielennettiin tekemisen (viivaimella) kautta. Tekemisen avulla kielentämisestä enemmän luvussa 7.1.2.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että peruslaskutoimitusten kielentäminen oli tutkimukseen osallistuneille oppilaille selvästi helpoin osa-alue. Vaikka kielentämisen osaamisesta ei voida vetää suoria johtopäätöksiä osaamisesta, on niillä kuitenkin selvä yhteys, sillä kielentäminen on mahdollista vain, mikäli käsitteen sisältö on tarpeeksi hyvin hallussa. Peruslaskutoimituksien kielentämisen onnistumiseen löytyy yhteyksiä tämän tutkimuksen teoriaan peilattaessa. Luvussa 3.1.4 esitettiin, että sokeille erityisen tärkeää on oppia mahdollisimman monta erilaista laskutapaa (Csocsán ym. 2002, 59-60). Tämä eri laskutapojen hallitseminen tukee laskutoimituksen käsitteen oppimista, sillä monien mahdollisten laskutapojen hallitseminen auttaa oivaltamaan laskutoimituksen ominaisuuksia, sen sijaan että laskutoimitus olisi aina vain mekaanista toimintaa. Näin ollen peruslaskutoimitusten ymmärtäminen tulisikin olla oikein hyvällä pohjalla.

Toinen merkittävä seikka on ulkoa oppiminen. Kuten luvussa 3.1.3 mainittiin, sokeat oppivat monia asioita todella herkästi ulkoa (Csocsán ym. 2002, 42). Näin on myös matematiikassa. Peruslaskutoimitusten kohdalla ulkoa oppiminen ja sen hyödyntäminen korostuu, sillä päähuomio on enemmän itse laskemisessa moneen muuhun matemaattiseen ”ongelmaan” nähden. Kertolaskua kielentäessä (taulukko 1, selitys 2) selittäjä toikin ulkoa oppimisen ilmi käsitettä selittäessä. Ulkoa oppiminen ja muistaminen on ”pelkkien” numeroiden ja laskujen kohdalla huomattavasti helpompaa, kun mukana ei ole esimerkiksi geometrisia kuvioita tai monimutkaisia lausekkeita. Sokeilla usein pidemmälle kehittynyt päässä laskutaito voidaan myös nähdä syyksi peruslaskutoimitusten hyvään hallintaan (Csocsán ym. 2002, 26).

Peruslaskutoimitusten ominaisuuksien hyvä hallinta tulee ilmi myös kuvioden kielentämiseen verrattaessa. Taulukossa 1 esitettyjen kuvioden selitykset olivat oikeita. Selittäjät eivät kuitenkaan osanneet kielentää kuvioden ominaisuuksia,

vaan kielentäminen jäi kuvioiden tunnistamisen tasolle. Selittäjät kyllä ymmärsivät selitettävän käsitteen, mutta ominaisuuksista toisille kertoaminen osoittautui hankalaksi. Tutkimuksessa ei tutkittu, miten käsitteiden selittäminen olisi onnistunut, jos kielentämisen yhteydessä olisi saanut käsillä tehden näyttää ja antaa tekemiään asioita tunnusteltavaksi arvaajille. Voikin olla, että näin toimien käsitteen kuvaaminen olisi onnistunut paremmin, mutta vain suullista kielentämistä hyödyntäen kuvioiden ominaisuuksien kielentäminen oli selvästi hankalampaa kuin peruslaskutoimitusten ominaisuuksien kielentäminen.

7.1.2 Tunnustelu ohjaa kielentämistä

Taulukossa 2 on esitetty oppilaiden selityksiä, joiden kielentämistä on ohjannut kappaleiden tunnusteleminen oppimisen yhteydessä. Itse tutkimustilanteessa oppilailla ei ollut selitettävistä kappaleista tunnusteltavia versioita. Siitä huolimatta useissa selityksissä käsitteitä kielennettiin aiemmin tunnustelemisen avulla saatujen tietojen kautta. Joissakin tapauksissa selitys pohjautui käsitteen kuvitteelliseen tunnusteleamiseen, osassa tunnusteleamiseen liittyvät osat selityksestä toivat täydentävää tietoa.

Taulukko 2. Tunnustelun kautta kielennettyjä käsitteitä.

Selitettävä käsite	Selitys 1	Selitys 2
Ympyrä	Sellanen geometrian muoto joka... Jos sä rupeisit seuraa sitä ni se ei lopu koskaan, et se niinku vaan jatkuu ja jatkuu. Se on niinku sellanen muoto jolla ei oo loppua ollenkaan kun sitä kokeilee* (op6)	(Hankaluuksien jälkeen) ... No niitä piirretään sellasella piikillä joka ain menee paperista läpi*(op1)
Kolmio	Siin on kolme yleensä niinku sivua, ne ei oo aina saman pitusia, ja siin on sellaset kulmat joista yks on vissiin vähän terävämpi ku ne toiset.(op5)	Siin on niit kulmii kun sitä pyörittää.(op10)
Pallo	No se on sellanen pyöree ja sitä voi esim. potkia*(op10)	
Mittaaminen	Liittyy matikkaan, ja on sellasia työkaluja jota me käytetään ja sit eri juttuja mitä näkevät	

	käyttää*(op6)	
Kulma	Tätä käytetään... Tää on niin ku sellanen muoto (monta arvausta...). Sellanen tietty kuvio geometriassa.(op1)	

Tunnustelemisen kautta kielennettiin erityisesti geometriaan liittyviä käsitteitä (taulukko 2). Tämä on luonnollista, sillä geometrian opinnoissa neljän kielen mallin (luku 4.2) kielistä korostuvat kuviokieli sekä taktiilinen toiminnan kieli. Sokeiden kohdalla käytössä näistä on ainoastaan jälkimmäinen, joten geometrian opinnoissa tunnustelulla lienee suuri painoarvo. Tämä näkyi siis myös tässä tutkimuksessa kielentämisen kautta.

Kuten aiemmin todettu, selittäjillä (eikä arvaajilla) ei ollut käytössään käsitteitä vastaavia tunnusteltavia kappaleita. Käsitteitä kielentäessä oppilaat kuitenkin selittivät, miltä käsite/kappale *tuntuu* kun sitä kokeilee. Esimerkiksi kolmiota kielentäessä (selitys 2) selittäjä kertoi, että selitettävässä käsitteessä on kulmia, kun sitä *pyörittää*. Kielentäjä on siis tutustunut kolmioon erillisenä tunnusteltavana kappaleena, jota on voinut pyöritellä samalla sen ominaisuuksia tarkastellen. Nämä havainnot ja oppimistilanne tunnustelun avulla ovat jääneet hyvin mieleen, kun käsitettä selitettiin sen kautta. Yhtä lailla selityksestä olisi voinut tunnusteluosion jättää pois, mikäli kyseinen selittäjä olisi oppinut ulkoa, että kolmiossa todella on kolme kulmaa. Selitys pohjautui kuitenkin tunnustelun avulla saatuihin havaintoihin.

Tunnusteluun liittyen oppilaat kielsivät myös yksityiskohtaisia ja pieniä seikkoja, joita käsitteiden tunnusteluun liittyen tiesivät. Esimerkiksi ympyrän kielentäminen oli eräälle selittäjälle (selitys 2) hyvin hankalaa, vaikka käsitteen melko hyvin kuitenkin ymmärsi, ja selityksen perusteella sellaisen osaisi itse muodostaa. Käsitteen selittäminen pelkän suullisen kielentämisen avulla osoittautui kuitenkin hankalaksi. Vaikeuksien jälkeen oppilas löysi reitin tunnustelun kautta: käsitteen piirtämisestä kerrotun yksityiskohtaisen havainnon (harpin piikki menee paperista läpi) avulla arvaajat arvasivat käsitteen nopeasti. Useammalla oli siis sama kokemus siitä, miltä käsitteen piirtäminen *tuntuu*. Pieni yksityiskohta käsitteen piirtämisestä riitti. Näin ollen käsitettä kielentäessä oppilaan ei tarvinnut turvautua lainkaan käsitteen

ominaisuuksien selittämiseen, sillä hänelle helpoin reitti löytyi aiempien tunnustelemalla saatujen kokemusten kautta.

Samaista ympyrän käsitettä kielentäessä tunnustelu tuli ilmi toisella tapaa (selitys 1). Ympyrää kielentäessä oppilas selitti, että jos kyseistä muotoa lähtisi seuraamaan, se vain jatkuisi ja jatkuisi, eikä muodolla ole lainkaan loppua, kun sitä *kokeilee*. Selitys oli mielestäni todella osuva: juuri siltähän se tuntuu, jos ympyrää lähtee seuraamaan! Jos taas ympyrän näkee paperille piirrettynä, voi sen kuvitella alkavan jostain, ja päättyvän samaan kohtaan yhden kierroksen jälkeen. Käsitettä selittäessä oppilas kuitenkin kielensi käsitettä tunnustelun ohjaamana, mikä oli hyvä ratkaisu, sillä arvaajillekaan ympyrän näkeminen ei ollut mahdollista, vaan kokemukset siitä lienevät samantapaiset. Tunnustelun kautta selittäminen riitti jälleen oikean käsitteen arvaamiseen, eikä kappaleen ominaisuuksia (esim. kulmien ”puuttuminen”) tarvinnut selittää juuri lainkaan.

Myös kulman käsitettä kielentäessä tunnustelemalla saadut kokemukset tulivat esiin. Kulman kielentäminen osoittautui melko hankalaksi arvattavaksi. Kyseistä käsitettä selittäessä oppilas kertoi, että kyseessä on tietty muoto tai kuvio. Toki kulma voidaan muotona ja kuviona ajatella, mutta tässä yksittäisessä selityksessä nämä termit ohjasivat hieman harhaan (”kokonaisiin kuvioihin”, kuten neliö, kolmio ym.). Kulman käsitettä oppiessa kulmia on mitä todennäköisimmin päästy tunnustemaan. Tunnusteltavina kappaleina on voinut olla ”pelkkiä” kulmia, sekä muita kulmia sisältäviä kuvioita. Tunnustelun perusteella kulman mieltäminen omaksi kuvioksi/muodoksi voikin helpommin syntyä, kun yksittäisiä kulmia ei näköhavainnoin voi tarkastella.

Tunnustelemalla saatujen havaintojen näkyminen kielentämisessä voidaan nähdä erittäin positiivisena asiana. Kuten luvussa 3.1.2 todettiin, sokeilla geometristen käsitteiden oppiminen on sitä tehokkaampaa, mitä enemmän oppimista tapahtuu konkreettisia kappaleita tunnustelemalla (Csocsán ym. 2002, 26). Tämän tutkimuksen tulokset tukevat tätä ajatusta, sillä pelissä kuultujen selitysten perusteella oppilaat ovat saaneet opetella asioita nimenomaan tunnustelemalla. Aitojen ja sitä kautta oikeiden kokemusten saamisen kannalta on tärkeää, että tunnusteltavana oleva konkreettinen kappale on aito ympäristöstä löytyvä kappale, sen sijaan että tunnusteltavana olisi

samoilla ominaisuuksilla varustettu keinotekoinen opetuskappale, esimerkiksi leikkiraha (Csocsán ym. 2002, 68).

Siinä missä tunnustelun nähdään olevat todella tärkeässä roolissa geometrian oppimisessa, ei sekään ongelmatonta ole. Esimerkiksi yllä esitetty *kulman* selittäminen osoittautui hankalaksi. Yhtenä mahdollisena syynä kielentämisen haastavuuteen voidaan nähdä muodon tunnustelussa olevat hankaluudet. Sokean oppilaan tunnusteltavana oleva muoto ei ole hänelle pelkkä muoto, vaan tunnusteltavana on kolmiulotteinen kappale kaikkine ominaisuuksineen. Muodon lisäksi oppilaan huomio kiinnittyy kappaleen painoon, korkeuteen, lämpöön, mahdolliseen ääneen, pintamateriaaliin ym. seikkoihin, joita eri aistein kappaleesta voi huomioda (Csocsán ym. 2002, 62). Näin ollen kulman käsitteeseen tunnustelemalla tutustuessa käytössä on voinut olla esimerkiksi monia eri kappaleita, joissa kaikissa on ollut kulmia, jotta kulman käsite ei linkity vain yhteen kappaleeseen. Eri kappaleet ovat olleet eri muotoisia, ja näiden eri muotojen liittyminen kulman käsitteeseen on voinut jäädä oppilaalle mieleen kulman käsitettä sisäistäessä. Toisaalta, mikäli kulmaan on tutustuttu ainoastaan esimerkiksi (konkreettisesti tunnusteltavan) kolmion avulla, on kulman ymmärtäminen voinut linkittyä vahvasti juuri kolmioon. Näin ollen on hyvin mahdollista, että kulman käsitteen kielentäminen oli hankalaa juuri siitä syystä, että käsitteen osaaminen ei ollut vielä tarpeeksi syvällistä, vaan kulman käsite liittyi yhteen tai useampaan oppimistilanteessa olleeseen kappaleeseen.

7.1.3 Geometrian hankaluus

Taulukossa 3 on oppilaiden selityksiä selkeästi geometriaan liittyvistä käsitteistä. Taulukossa ei ole esitetty kaikkia näiden käsitteiden selityksiä, vaan ainoastaan tutkimuksen analyysin ja tulosten kannalta merkitykselliset selitykset. Taulukkoon valikoitui selityksiä, joiden kohdalla geometrysten käsitteiden kielentäminen oli syystä tai toisesta hankalaa. Tutkimukseen osallistuneet oppilaat osasivat kielentää (ja arvata) myös geometrisia käsitteitä vaivattomasti, mutta geometrysten käsitteiden kanssa vaikeuksia oli merkittävästi enemmän muihin käsitteisiin nähden. Geometriaan liittyvien käsitteiden kielentäminen onnistui ongelmitta ja ilman apua ainoastaan alle puolessa selityksistä, kun muiden käsitteiden kohdalla selittäjä tarvitsi apua vain yksittäisten hankalien käsitteiden kanssa.

Taulukko 3. Geometriaan liittyviä käsitteitä.

Selitettävä käsite	Selitys 1	Selitys 2
Kolmio	Yks harvoista geometrian muodoista mitä mä oikeesti ymmärrän.(op7)	Täs on niin ku eri juttuja jotka on eri lailla. Ne on kiinni toisissaan mut ei oo ympyrä...*(op3)
Neliö	No siis tää on yks yksinkertaisimmista muodoista, ja täs on, no siis tää on semmonen muoto jonka sä opit jo pienenä ja... -Tää on ihan niitä perus muotoja.*(op7)	
Ympyrä	Tää on niin ku yks tällanen muoto, se on sellanen... Emmä tiiä...*(op4)	
Pinta-ala	Ääh, mä en osaa, tai siis mä tiedän mikä tää on, mä en oo ikinä oppinu tätä matikassa. Mää oon tosi huono tässä mut tää pitää laskea sillain tosi oudosti. Emmä osaa sanoo mut täs on kanta ja korkeus.*(op8)	Se on niin ku iso, käytetään geometriassa, ei oo muoto... (Ei osannut jatkaa, ja tuli lupa antaa alkukirjain jonka perusteella lopulta arvattiin.)(op3)
Tilavuus	Tätä esim. mitataan jos katotaan mikä on huoneiden niin ku... Emmä osaa selittää. Jotenki et niin ku mikä se huone on, niinku kokonaan.(op11)	Se on esimerkiks jos sun kämpässä ei vielä oo mitään, tai on jotain mutta niin ku et siel on... Emmä oikein tiiä.(op10)
Suora	Tää on tämmönen muoto, tätä käytetään muutakin kuvaamaan. Jos vaikka kävelee kadulla taisit voi kuvata vaikka että joku asia menee niin ku tähän suuntaan. Aika monesti ihmiset käyttää sitä suuntaa. Joku sanoo sulle että kävele siihen suuntaan etkä sä käänny oikeelle etkä vasemmalle.*(op2)	

Kuten taulukosta 3 voi havaita, geometriaan liittyvien käsitteiden parissa kielentäjillä oli selviä hankaluuksia. Kolmion käsitteen selityksestä (selitys 1) tulee hyvin ilmi yhden oppilaan käsitys omasta geometrian osaamisesta kokonaisuutena. Kolmion käsitettä muille selittäessä oppilas toteaa sen olevan yksi harvoista geometrian käsitteistä, jotka hän oikeasti ymmärtää. Näin ollen oppilas tuo kielentäessään ilmi laajemminkin tietoa omasta osaamisesta geometriassa. Tässä tutkimuksessa ei ollut tarkoitus saada tietoa yksittäisten oppilaiden matemaattisista taidoista, mutta tämä selitys toimii hyvänä esimerkkinä sille, kuinka tärkeää ja hyödyllistä oppilaiden kielentäminen on oppilaan lisäksi opettajalle. Tästäkin selityksestä ja yksittäisen käsitteen kielentämisestä opettaja saa paljon tietoa osaamisesta – tässä tapauksessa laajemmin kuin yhden käsitteen kohdalla. Kolmion käsitettä kielentäessä oppilas totesi kolmion olevan yksi harvoista geometrian käsitteistä, joita hän *oikeasti* ymmärtää. Onkin hyvin mahdollista, että kyseinen oppilas osaa näitä käsitteitä pintapuolisesti hyvin, jolloin opettaja ei välttämättä ole havainnut, että syvempi, ”oikea” osaaminen vielä puuttuu, ennen kuin oppilas yhtä käsitettä kielentäessä sen itse oivaltaa ja kertoo myös muille.

Myös pinta-alan kohdalla kielentäminen paljastaa oppilaalle hänen osaamisensa kyseisen käsitteen kohdalla. Selityksessä 1 oppilas kertoo, että vaikka hän tietää mikä käsite on kyseessä (ja osaisi ilmeisesti pinta-aloja laskea), ei hän koe käsitteen sisältöä osaavansa. Selityksen lopussa hän kuitenkin kertoo, että pinta-alaan liittyy kanta ja korkeus, joten käsitys pinta-alojen laskemisesta todella lienee olemassa. Kielentäminen kuitenkin tuo ilmi, että käsitteen merkityksen omaksuminen ja ymmärtäminen on vielä vaiheessa (Saarainen 2017, 21-22). Saman ilmiön voi havaita myös tilavuuden selityksistä 1 ja 2. Molemmissa selityksissä on havaittavissa, että selittäjät kyllä tietävät mitä käsitettä ovat lähteneet selittämään, mutta käsitteen kielentäminen matematiikan kautta ei luonnistu, vaan käsitettä pyritään selittämään muita reittejä pitkin (mikä oli toki täysin sallittua pelissä).

Tämä kielentämisen hankaluus näkyy kaikissa taulukossa 3 esitetyissä selityksissä. Yhteistä näille selityksille oli, että oppilaat ymmärsivät käsitteet, mutta kielentäminen oli haastavaa, eikä kaikkia käsitteitä arvattu lainkaan. Kielentämisen hankaluus viittaa vielä vaiheessa olevaan osaamiseen. Esimerkiksi kolmiota kiennettiin (selitys 2) seuraavasti: *Täs on niinku eri juttuja jotka on eri lailla. Ne on kiinni toisissaan mut ei oo ympyrä*”. Selityksestä huomaa, että kielentäjä kyllä tietää

mitä kappaletta on selittämässä, mutta sen *ominaisuuksista* (montako kulmaa, millaiset sivut, ei kaarevia viivoja...) hän ei osaa kertoa. Sama ilmiö tuli esiin myös esimerkiksi neliön ja ympyrän käsitteiden kohdalla (selitykset 1).

Geometriaa pidetään usein vaikeana osana matematiikkaa. Esimerkiksi opetushallituksen vuonna 2002 tekemässä arviossa geometrian todettiin olevan yhdessä funktioiden kanssa vaikein sisältöalue yhdeksäsluokkalaisille. Kyseiseen tutkimukseen osallistui neljäsnes Suomen yhdeksännellä luokalla olevista oppilaista, joten otos oli merkittävän suuri. Näin ollen tässä tutkimuksessa hankalaksi osoittautuneiden geometriaan liittyvien käsitteiden kielentäminen oli hankalaa myös vaikean sisällön vuoksi. Tarkoituksena ei kuitenkaan ollut selvittää, mitkä matematiikan osa-alueet ovat hankalimpia, vaan pääpaino oli kielentämisessä. Geometrian sisällöllinen vaikeus myös näkevien oppilaiden kohdalla on kuitenkin syytä muistaa tutkimustuloksia tarkastellessa.

Huomionarvoista tämän tutkimuksen tuloksissa on kuitenkin geometriankäsitteiden kielentämisen vaikeuden erottuminen näin selkeästi. Näiden käsitteiden ymmärtäminen vaatii paljon aikaa, ja käsitteitä ja niiden ominaisuuksia on tutkittava useita kertoja – aivan kuten muidenkin matematiikan osa-alueiden kohdalla. Sokeiden arjen kokemukset geometrisista kappaleista (ja käsitteistä) ovat usein merkittävästi vähäisempiä kuin näkevillä lapsilla. Näkevät lapset voivat jo pienestä pitäen kuin huomaamattaan luokitella esimerkiksi eri muotoja omiin luokkiinsa niiden ominaisuuksien perusteella. Siinä missä näkevä lapsi voi leikissään laittaa esimerkiksi ympyrän muotoiset kappaleet ”omalle” paikalleen, suuntautuu sokean lapsen huomio lukuisiin erilaisiin havaintoihin kappaleesta. Muodon mukaan luokittelun sijaan sokea lapsi voi luokitella kappaleet leikissään esimerkiksi pintamateriaalin tai painon mukaan. Nämäkin luokittelut ovat todella hyödyllisiä (myös matematiikassa) oppimisen kannalta, mutta oppiminen ei suuntaudu samalla tavalla geometriaan. Vähäisempiä geometrisia kokemuksia sokeat saavat myös isojen kappaleiden kohdalla, sillä tunnusteleemiselle liian suurien kappaleiden luokitseminen on lähes mahdotonta. (Csocsán ym. 2002, 11.)

Muotojen tunnistamisen lisäksi kappaleiden muihin ominaisuuksiin tutustuminen on suuremman työn takana. Usein sanotaan, että kädet ovat sokean silmät. Tämä on osuva sanonta myös kappaleisiin tutustuessa. Käsillä useampaan

ominaisuuteen tutustuminen on kuitenkin huomattavasti hankalampaa, sillä käsillä on tutkittavissa käytännössä vain kaksi kohtaa kappaleesta kerrallaan. Näin ollen esimerkiksi kolmion kaikkien kolmen kulman yhtäaikainen tunnustelu on vaikeaa (jos ylipäänsä mahdollista), toisin kuin näkevät oppilaat voivat nähdä kaikki kulmat kerralla. Yhtä lailla sokeille kielentäjille todella hankalaksi osoittautunut (ks. taulukko 3) tilavuuden käsite on hankala ymmärtää, sillä kolmesta suunnasta (pituus, leveys, korkeus) käsillä saa tunnusteltua samanaikaisesti vain kahta suuntaa.

Nämä vähäisemmät kokemukset geometriaan liittyvistä käsitteistä ja niiden ominaisuuksista näkyivät selvänä haasteena tässä tutkimuksessa. Varhaisempien ja vähäisempien kokemusten puute on mitä ilmeisimmin ollut yhtenä tekijänä geometrian hankaluuteen, mikä tuli ilmi käsitteiden kielentämisessä.

7.1.4 Väärin ymmärretyt käsitteet

Edellä olevissa kappaleissa 7.1.1-7.1.3 kerrottiin osa-alueittain kielentämisen onnistumisesta sananselityspelin kautta kielennetyistä käsitteistä. Osa käsitteistä (mm. peruslaskutoimitukset) osattiin kielentää vaivatta ja ilman suurempia hankaluuksia, kun taas joidenkin (geometristen) käsitteiden kodalla kielentäminen osoittautui vaikeaksi. Yhteistä kaikille selityksille kuitenkin oli, ettei täysin väärää tietoa kerrottu käytännössä lainkaan.

Sokeiden matematiikan oppimisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, ettei matemaattisia käsitteitä ”opita” väärin. Sokeat oppivat matemaattisia asioita helposti ulkoa, sillä se on usein taloudellisin tapa oppia (Csocsàn ym. 2002, 7). Mikäli matemaattisen käsitteen oppii virheelliseksi, oppii sen helposti ulkoa, jolloin väärin opituista asioista tulee helposti ulkoa opittua ”tietoa”, eikä siitä ole helppo päästä irti virheellisen käsityksen huomattaessaan. Esimerkiksi konkreettisten geometristen kappaleiden kohdalla havaittavia ominaisuuksia on niin paljon, että eri kappaleista löytyy lukuisia samoja ominaisuuksia. Näin ollen esimerkiksi eri kokoisiin kuutioihin tutustuessa sokealle voi tulla käsitys, että tietty materiaali liittyy aina kuutioihin, mikäli tunnusteltavat kuutiot ovat samasta materiaalista tehtyjä. Tämänkaltaisia virhepäätelmiä voi syntyä helposti. Tämän tutkimuksen aineistossa virheellisiä käsityksiä ei kuitenkaan

tullut ilmi lainkaan, mikä on myös merkittävä havainto, sillä kielentäminen on hyvä keino tuoda virheelliset käsitykset näkyviksi.

7.2 Pinta-alan osaaminen ja oppimispeli

Tutkimuksen pääpaino oli kielentämisessä. Matemaattisten käsitteiden kielentämisen lisäksi tutkimuksessa pyrittiin selvittämään tarkemmin pinta-alan käsitteen osaamista kielentämisen ja konkreettisen rakentelun avulla. Toinen tutkimuskysymys muodostui seuraavaksi:

3. Miten sokeat peruskoululaiset ymmärtävät pinta-alan käsitteen? Miten suorakulmioiden pinta-alaan liittyvä yksinkertainen oppimispeli auttaa käsitteen ymmärtämisessä?

Pinta-alan osaamisesta pyrittiin saamaan lisätietoa yksinkertaisen pelin avulla. Pelistä on kerrottu enemmän luvussa 6.2. Pelin kulku kuvattiin, ja oppilaita ohjeistettiin juttelemaan pelin aikana sekä peliin liittyvistä asioista että muistakin, joita mieleen tulee. Tavoitteena oli, että sekä peliä pelaamalla että siitä keskustelemalla opitaan ja saadaan tietoa osaamisesta ja ajatuksista pinta-alaan liittyen. Tavoite onnistui hyvin, sillä pelin aikana peliin liittyvistä asioista puhuttiin paljon.

Ennen pelin alkua tuli ilmi, että yhdeksästä peliin osallistuneesta vain kaksi tunsi pinta-alan käsitteen olevan niin tuttu, että koki itse sen osaavansa. Näin ollen pinta-alan merkitys ja sen laskeminen kerrattiin (tai opeteltiin) ennen pelin pelaamista. Pelin jälkeen kävi selvästi ilmi, että *jokainen* pelitilanteeseen osallistunut osasi pelin jälkeen laskea suorakulmioiden pinta-aloja. Pelissä harjoiteltiin pinta-alan käsitettä ainoastaan suorakulmioiden avulla – vaikeampiin kappaleisiin ei menty lainkaan. Pelin jälkeen ennen peliä pinta-alan käsitteen vieraaksi ilmoittanut oppilas selitti käsitteen muille ja tutkijalle seuraavasti:

Ajattele Simo (nimi muutettu) et sul ois niinku kuus. Siis niinku kuus palikkaa yhdessä. Sit Simo kun sä otat taas kuus ja taas kuus et on kolme niitä et on kuus ja teet niistä laatan. Ni sit siin on niin ku se pinta-ala, et niinnku kuus kertaa kolme. Niin helppoo se on Simo.(op3)

Pelin avulla oppilaat oivalsivat etenkin sen, että saman pinta-alan voi muodostaa usealla eri tavalla vaikka käytössä oli ainoastaan suorakulmiot. Eri vaihtoehtojen olemassaoloa opittiin itse rakentamisen kautta: sama pinta-ala saattoi tulla pariin kertaan peräkkäin, jolloin se useimmiten muodostettiin kahdella eri tapaa (esim. $2 \cdot 6 = 12 = 3 \cdot 4$). ”Pinta-alalautojen” itse rakentelemisen sekä tutkija että oppilaat kokivat mielekkääksi ja opettavaksi tavaksi pinta-alojen oppimisessa. Vaikka palikat eivät aina napsuneet toisiinsa kiinni ongelmitta ja rakentelu vei oman aikansa, toi se kuitenkin intoa oppimistilanteeseen, ja konkretiaa pinta-alan käsitteeseen. Kuten muissakin oppiaineissa, myös matematiikassa on tärkeää, että hitaasta etenemisestä ja siihen turhautumisesta huolimatta sokea oppilas saa itse hoitaa aloittamansa tehtävät loppuun asti, vaikka aikaa kuluisi paljon. Tämän kautta oppilas kokee, että pidempikin työ palkitaan, ja hän itse pystyy ongelmat ratkaisemaan. Tehtävien rauhassa loppuun saakka hoitaminen kasvattaa itseluottamusta, joka on tärkeä osa koulunkäyntiä ja motivaation kehittymistä (Csocsán ym. 2002, 46). Ainakin yhden oppilaan kohdalla uuden matemaattisen käsitteen oppimisen lisäksi pelitilanteella rakenteluineen oli suurempikin merkitys, kun hän kertoi tutkijalle yhden tutkijaakin suuresti hymyilyttäneen seikan pelitilanteesta:

”Meinas tulla itku tuolla aiemmin kun oli koti-ikävä, mutta tää rakentelu pelasti mun päivän. Sun taikasormet kosketti mua niin kaikki huolet unohtu.”(op3)

Kokonaisuudessaan suorakulmioiden pinta-aloihin liittyvä peli toimi hyvin. Yksinkertainen peli-idea ei haitannut lainkaan, vaan peliä jatkettiin innokkaasti pelata koko käytössä ollut aika. Tutkimuksen kannalta erityisen ilahduttavaa oli pelin aikana kielennetyt ajatukset. Kun pelitilanne oli rento, kaikki saivat rakennella samaan aikaan eikä pelissä kilpailtu toisia vastaan, keskusteltiin omista ja kaverin tekemisistä positiiviseen sävyyn koko pelin ajan. Oppilaat kielensivät niitä toimenpiteitä mitä olivat tekemässä (”eli nyt kaks näin päin ja kolme näin päin niin saadaan pinta-ala kuusi”), sekä auttoivat toisia tarpeen tullen. Kertolaskujen hyvä osaaminen auttoi pelissä, ja kun osa oppilaista ei kertolaskuja vielä ulkoa osannut, auttoivat muut mielellään. Nämä tilanteet synnyttivät hyvää pohdintaa ja asioita kielennettiin jälleen ääneen. Peliä oli myös todella helppo eriyttää, sillä paremmin matemaattista sisältöä ymmärtäneille sekä

nopeimmille rakentajille pystyi lennosta ”arpomaan” hieman suurempia pinta-aloja rakennettaviksi.

8 JATKOTUTKIMUSTA

Kuten tutkimustuloksista tuli ilmi, tutkimukseen osallistuneet oppilaat hallitsivat peruslaskutoimitukset pääosin hyvin. Peruslaskutoimituksien käsitteet onnistuttiin kielentämään ilman hankaluuksia, joten nämä matematiikan ydinasiat oli opittu hyvin. Peruslaskutoimitusten oppimisessa hahmottamisella ei ole yhtä suurta roolia kuin esimerkiksi geometrian käsitteiden opiskelussa, joten näkövamman tuomat lisähaasteet eivät näy yhtä selkeästi.

Sokeiden kielentäessä matemaattisia käsitteitä tunnustelun tärkeys tuli esille (kappale 7.1.2). Tässä tutkimuksessa oppilailla ei ollut konkreettisia kappaleita tunnusteltavinaan käsitteitä kielentäessä. Kappaleiden läsnäolo olisi voinut helpottaa ja muuttaa kielenystä. Kappaleen tunnustelu ja sen apuna käyttö kielentäessä voisivat helpottaa selittämistä, sillä on syytä olettaa että monien käsitteiden opiskeluvaiheessa kappaleet ovat olleet tunnusteltavissa. Mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisikin selvittää, miten tunnustelumahdollisuus auttaa/muuttaa kielentämistä näkövammaisilla oppilailla. Itse asioiden kokeileminen ja tekeminen on usein apuna opiskeluissa. Mm. tämä tutkimus osoittaa, että sokeilla on haasteita hahmottamisen kanssa. Näin ollen tunnustelusta lienee hyötyä myös kielentämiseen, mutta siihen kysymykseen tämä tutkimus ei vielä vastannut, vaan jatkotutkimus olisi tarpeen.

Kielentäminen paljastaa oppilaalle hänen omaa osaamistasoaan (Joutsenlahti & Kulju 2010, 170). Myös tämä tutkimus tukee tätä ajatusta. Geometriaan liittyneet käsitteet olivat selkeästi hankalimpia kielennettäviä tutkimukseen osallistuneille oppilaille. Sen lisäksi että tutkija havaitsi näiden käsitteiden hankaluuden, tärkeää oli myös oppilaiden omat havainnot. Useissa geometriaan liittyvien käsitteiden selityksissä oli havaittavissa, kuinka oppilas itse toteaa selityksessään että selittäminen on hankalaa, kun ymmärrys käsitteestä ei ole tarpeeksi laajaa (Taulukko 3). Tämä tutkimus ei tarkemmin pureutunut siihen, kuinka hyvin kielentäminen kertoo oppilaille omasta osaamistasostaan, mutta havaintoja siitä ei kuitenkaan ole syytä sivuuttaa. Sokeiden oppilaiden kykyä havaita omaa osaamistaan (ja osaamisen puutteita) hahmottamiseen liittyvissä käsitteissä olisi mahdollista tutkia tarkemmin jatkotutkimusaiheena.

Tämän tutkimuksen tuloksia tarkastellessa tutkija yllättyi, ettei matemaattisia käsitteitä oltu ymmärretty väärin juuri lainkaan. Tämä oli toki hienoa havaita. Havainto innoitti pohtimaan vielä lopuksi sitä, kuinka paljon normaalisti näkevät ja näkövammaiset voisivat saada oppia. Tämänkin asian tutkimusta olisi mahdollista hyödyntää jatkossa.

Lähteet

Chapin, Suzanne H., O'Connor, Catherine & Canavan Anderson, Nancy (2009) Classroom discussions: Using math talk to help students learn. Sausalito, California, USA Math solutions.

Csocsán, Emmy & Klingenberg, Oliv & Koskinen, Kajsa-Lena & Sjöstedt, Solveig (2002) Matematiikka toisin silmin nähtynä. Espoo: Schildts Förlags Ab.

Forsblom, Kim (2003) Kokemuksia matematiikan kielentämisestä. Teoksessa Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja nro 8. Projekteja ja prosesseja. Opetuksen käytäntöjä matematiikassa ja viestinnässä. Tampere: Tampereen yliopiston jäljennepalvelu, 125-133.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P., 2004. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hännikäinen, Tarja (2006) Näkövammaisen oppilaan koulunkäynnin tukimuodot. Teoksessa Marjatta Takala & Elina Kontu (toim.) Näkökulmia näkövammaisen opetukseen. Jyväskylä: PS-kustannus, 71-80.

Joutsenlahti, Jorma (2003) Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Teoksessa Arja Virta & Outi Marttila (toim.) Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta, Ainedidaktinen symposium 7.2.2003. Turku: Painosalama Oy, 188-196.

Joutsenlahti, Jorma & Kulju, Pirjo (2010) Kieliteoreettinen lähestymistapa koulumatematiikan sanallisiin tehtäviin ja niiden kielennettyihin ratkaisuihin. Teoksessa Eero Ropo, Harry Silfverberg & Tiina Soini (toim.) Toisensa kohtaavat ainedidaktiikat. Ainedidaktiikan symposiumi Tampereella 13.2.2009. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes print, 77-89.

Joutsenlahti, Jorma & Kulju Pirjo (2015) Kielentäminen matematiikan ja äidinkielen opetuksen kehittämisessä. Teoksessa Tapani Kaartinen (toim.) Monilukutaito kaikki kaikessa. Tampere: Tampereen yliopiston normaalikoulu, 57-76.

Joutsenlahti, Jorma & Kulju, Pirjo (2010) Mitä annettavaa äidinkielellä ja matematiikalla oppiaineina voisi olla toisilleen? Teoksessa Eero Ropo, Harry

Silfverberg & Tiina Soini (toim.) Toisensa kohtaavat ainedidaktiikat. Ainedidaktiikan symposiumi Tampereella 13.2.2009. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes print, 163-178.

Joutsenlahti, Jorma & Rättyä Kaisu (2014) Kielentämisen käsite ainedidaktisissa tutkimuksissa. Teoksessa Merja Kauppinen, Matti Rautiainen & Mirja Tarnanen (toim.) Rajaton tulevaisuus – Kohti kokonaisvaltaista oppimista. Ainedidaktiikan symposium Jyväskylässä 13.-14.2.2014. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino, 45-61.

Kangasaho, Riitta (2006) Sokea oppilas ja hänen koulunkäyntinsä tukeminen. Teoksessa Marjatta Takala & Elina Kontu (toim.) Näkökulmia näkövammaisen opetukseen. Jyväskylä: PS-kustannus, 99-113.

Kilpatrick, Jeremy & Swafford, Jane & Findell, Bradford (2001) Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington, DC, United states of America. National Research council.

Lappalainen, Outi & Leikas, Eija (2006) ”Minä ja ympäristöni” – itsenäisen elämän taidot. Teoksessa Marjatta Takala & Elina Kontu (toim.). Näkökulmia näkövammaisen opetukseen. Jyväskylä: PS-kustannus, 149-158.

Malinen, Lea (1997) Näkövammaisen oppilas ja koulunkäynti. Jyväskylä: Kopijyvä.

Mattila, Leena (2002) Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 9. vuosiluokalla 2002. Opetushallitus. Oppimistulosten arviointi 8/2002. Helsinki: Yliopistopaino.

Metsämuuronen, Jari. (toim.) (2013). Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005-2012. Koulutuksen seurantaraportti 2013:4. Opetushallitus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Moore, Robert (1994). Making the transition to formal proof. Educational Studies in Mathematics 27, 249–266.

Morgan, Candia (2001) The place of pupil writing in learning, teaching and assessing mathematics. Teoksessa P. Gates (toim.) Issues in mathematics teaching. London: Routledge Falmer, 232-244.

Näkövammaisten liitto ry. Näkövammaisuudenmäärittäminen. <http://www.nkl.fi/fi/etusivu/nakeminen/maaritys>. Haettu 20.11.2018.

Ojamo, Matti (2015) Näkövammarekisterin vuosikirja 2015. http://www.nkl.fi/index.php?_file_display_id=11279. Haettu 20.11.2018.

Portaankorva-Koivisto, Päivi (2010) Matematiikan opettajiksi opiskelevien käsityksiä kokemuksellisuudesta matematiikan opetuksessa. Teoksessa Eero Ropo, Harry Silfverberg & Tiina Soini (toim.) Toisensa kohtaavat ainedidaktiikat. Ainedidaktiikan symposiumi Tampereella 13.2.2009. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes print, 273-287.

Saarainen, Meri-Kristiina (2017) Kielentäminen matemaattisen ajattelun ja ongelmanratkaisutaidon arvioinnissa alakouluympäristössä. Pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto.

Saarenpää, Hannamari (2009), Johdatusta oppimispelien ja pelaamalla oppimisen maailmoihin. <https://pelitieto.net/oppimispelit-ja-hyotypelaaminen/>. Haettu 5.11.2018.

Sahlberg, Pasi (1995) Matematiikka ja oppimisen yhteistoiminnallisuus. Teoksessa Reino Seppälä (toim.) Toimi, laske, ajattele. Ala-asteen matematiikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 51-59.

Silfverberg, Harry (1999) Peruskoulun yläasteen oppilaan geometrinen käsitetieto. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Takala, Marjatta (2006) Integraatio eri näkökulmista. Teoksessa Marjatta Takala & Elina Kontu (toim.) Näkökulmia näkövammaisen opetukseen. Jyväskylä: PS-kustannus, 127-136.

Tossavainen, Timo (2008) Matematiikan kieliaspekti ja matematiikkakuva. Teoksessa Anneli Niikko, Ismo Pellikka & Erkki Savolainen (toim.) Oppimista, opetusta, monitieteisyyttä. Kirjoituksia Kuninkaankartanonmäeltä. Joensuun yliopisto. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2003. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Tammi

Weber, Keith (2002) Student difficulty in constructing proofs: the need for strategic knowledge. Educational Studies in Mathematics, 101–119.

